ENDEAVOUR

Revue trimestrielle destinée à tenir registre du progrès
des sciences au service du genre humain

VOLUME V JUILLET 1946 NUMÉRO 19

La formation des hommes de science

De tous les changements qui ont marqué la vie scientifique de ces dernières décades, aucun n'est plus frappant que la rapidité accrue avec laquelle s'accumulent les données nouvelles relatives aux phénomènes naturels. Comme ces observations sont en somme la matière première de la science, leur profusion est un signe favorable. Leur importance intrinsèque risque néanmoins d'être surestimée: le progrès des sciences dépend non seulement de la découverte de faits nouveaux mais aussi de leur aptitude à prouver de nouveaux principes ou à confirmer les principes acceptés. Il a suffi à Dalton d'un nombre restreint d'expériences simples pour confirmer sa foi dans la théorie atomique; mais son génie seul pouvait percevoir les dernières conséquences logiques de ces faits et résumer en un seul principe général une somme énorme de connaissances.

L'homme de science d'aujourd'hui a une formation scientifique supérieure et un laboratoire bien mieux équipé que ses prédécesseurs même récents. Mais il n'est pas prouvé qu'il ait toujours gagné cette largeur de vues que réclame l'importance toujours accrue du rôle joué par la science. Dans l'Empire Britannique comme dans le reste du monde civilisé, on trouve sans doute de nombreux hommes de science remarquables et tout aussi brillants que leurs prédécesseurs, tant dans leur propre sphère que dans des domaines d'ordre plus général. Mais combien restreint leur nombre si on le compare aux dizaines de milliers pour qui la science n'est rien de plus qu'un gagne-pain et qui — si tant est qu'ils réfléchissent au problème — ne voient son importance pour l'humanité que d'un point de vue utilitaire. Cet état de choses devient peut-être inévitable quand le nombre des membres d'une profession libérale augmente considérablement; le contraste entre l'attitude et la formation générale de l'homme de science d'aujourd'hui et celles du savant-type des siècles précédents n'en est pas moins par trop notable. Ce n'est pas simple coïncidence que les grands noms de l'âge d'or de la science — cette époque qui commence avec les *Principia* de Newton et se termine avec la découverte de la radioactivité — soient ceux d'hommes ayant une vaste culture, capables non seulement de discerner la vérité de l'erreur et d'ordonner les faits dans des lois naturelles générales, mais aussi d'apprécier les arts et les humanités. Un retour à la formation libérale et à la culture de ces jours passés serait un avantage pour les savants modernes et une aide dans leurs travaux.

Nous publions dans ce numéro un article du Professeur T. A. Stephenson qui démontre de façon remarquable comment la culture artistique et littéraire peut aider la science. Connaissances scientifiques et dons artistiques combinés permettent à cet auteur de nous donner une impression vivante et exacte des bancs de coraux, impression aussi satisfaisante intellectuellement qu'artistiquement prenante, et qu'aucune description, même très détaillée, n'aurait su donner. Une énumération des espèces et de leurs variétés, de leur distribution, couleurs, formes, etc., serait sans doute suffisante dans bien des cas; mais aucune description des objets et phénomènes naturels n'est complète qui en ignore la valeur esthétique. La beauté est un stimulant de la pensée et de l'imagination: l'apprécier critiquement fait partie de cette éducation libérale que tout homme de science devrait posséder.

Pour donner aux futurs savants cette éducation plus large, il existe certes de nombreuses difficultés: l'amateur riche, qui peut faire de la recherche pour sa propre satisfaction, est aujourd'hui une rareté et a fait place au professionnel. C'est le développement même de la science qui rend plus difficile l'acquisition de cette culture si intimement liée à ses premiers

succès car le professionnel doit nécessairement consacrer toute ou presque toute son énergie et son attention à son travail scientifique. D'autre part, la tendance à la spécialisation croît toujours et la division familière du domaine scientifique en branches telles que physique, chimie, biologie, géologie, etc., s'avère insuffisante: un domaine bien plus restreint, tel que chimie biologique, ou physique nucléaire, ou mycologie est un vaste sujet pour le plus accompli des chercheurs. On a défini le spécialiste comme un homme qui acquiert toujours plus de connaissances sur un sujet de plus en plus restreint et il est indiscutable qu'avant de s'aventurer seul sur le chemin de la recherche, le jeune chercheur scientifique doit acquérir ou tout au moins savoir où trouver une énorme quantité de connaissances déjà acquises dans le domaine qu'il a choisi. Dans de nombreux cas, des raisons pécuniaires rendent urgente la complétion de ses études préparatoires et l'étudiant trouve par conséquent impossible de consacrer une année, ou même un simple semestre, à d'autres études que celles qui lui sont immédiatement indispensables.

Le temps disponible pour cette formation culturelle étant ainsi inévitablement très limité, il est hautement désirable d'inciter l'étudiant à en faire le meilleur usage. Dans nos vieilles universités, l'étudiant débutant ou déjà diplomé a certes toutes les opportunités voulues pour acquérir une culture générale suffisante: ceci n'est pas assez et les autorités universitaires devraient faire un plus grand effort pour que ces opportunités soient effectivement utilisées.

Dans certaines universités, il est, ou était encore récemment, habituel pour un étudiant en lettres d'étudier au moins un sujet de sciences; cette excellente méthode devrait, *mutatis mutandis*, être adoptée par les étudiants de sciences. Le défaut de l'éducation scientifique universitaire est de produire des hommes qualifiés uniquement pour une carrière scientifique. L'étudiant en lettres, en histoire, en philosophie n'est pas ainsi limité et, en fait, ne devient généralement pas un littéraire, un historien, ou un philosophe de profession. L'éducation scientifique idéale ne devrait-elle pas donner à ses disciples cette même latitude dans le choix d'une carrière? Et ceci ne serait-il pas en fin de compte un grand progrès pour la science, pour l'individu, et pour la société tout entière?

Notons en effet que la spécialisation intense des études universitaires affecte non seulement la carrière du savant, mais aussi sa formation pré-universitaire, car les écoles préparatoires doivent, en pratique sinon en théorie, se conformer aux demandes des universités quant au standard de connaissances nécessaire pour les examens d'entrée; en conséquence, l'élève qui désire faire des études scientifiques à l'université doit commencer à se spécialiser deux ou trois ans avant de quitter son école et, même avant l'étroite spécialisation universitaire, une certaine étroitesse de vue risque de lui devenir habituelle.

A ce problème évidemment très important aucune solution simple n'est apparente et peut-être vaudrait-il mieux chercher plusieurs solutions partielles qu'une seule solution générale. C'est ainsi par exemple que l'inclusion dans les programmes de l'histoire de la science, ou de la philosophie de la science, ou des deux, comme partie essentielle du curriculum, permettrait d'utiliser la valeur culturelle de la science elle-même. L'histoire de la science est d'ailleurs un sujet qui, outre sa valeur propre, peut avoir un énorme intérêt pratique: il est significatif que la majorité des savants qui ont fait des découvertes fondamentales aient été étudiants passionnés de l'histoire de la science. Cependant peu d'universités consacrent officiellement quelque temps à l'étude de ces deux sujets.

Dans une publication scientifique il n'est certes pas nécessaire de s'étendre sur le caractère indispensable d'un progrès régulier de la science. Mais il est bon de réexaminer de temps à autre la situation générale et il semble opportun de se demander si la présente tendance à une spécialisation de plus en plus étroite a suffisamment d'avantages pour compenser ses inconvénients évidents. Dans le passé, le progrès de la science a dépendu de l'existence d'hommes capables de penser largement et de percevoir l'unité profonde sous la diversité des formes: ce n'est pas la science seule, et surtout une partie limitée de la science, qui peut les former et nourrir leur pensée.

Rédacteur en chef: E. J. HOLMYARD, M.A., M.Sc., D.Litt., F.R.I.C.
Rédacteur adjoint: TREVOR I. WILLIAMS, B.A., B.Sc., D.Phil.

Imperial Chemical Industries, Nobel House, Buckingham Gate, London, S.W.1.

Les migrations des vertébrés

J. GRAY

Bien que le phénomène de la migration ait depuis longtemps incité beaucoup de curiosité, on n'a commencé à l'étudier de façon détaillée qu'à une époque relativement récente. On a pu, après des recherches laborieuses, établir les faits principaux concernant la migration de nombreux types de vertébrés, mais on n'a pu encore les interpréter de façon satisfaisante tant au point de vue des raisons de cette migration qu'à celui des moyens par lesquels les animaux peuvent accomplir d'aussi longs voyages.

Parmi les vertébrés ce sont surtout les formes aquatiques et aériennes — poissons, oiseaux, phoques, baleines, et certaines chauve-souris — qui sont caractérisées par des déplacements cycliques d'un rayon très étendu. Dans tous les cas deux problèmes fondamentaux se posent: (*a*) Par quoi sont déterminées l'époque, la direction et l'amplitude d'un déplacement vers une région qui, presque invariablement, n'est fréquentée qu'à l'époque de la reproduction? et (*b*) Pourquoi et comment l'animal et ses descendants abandonnent-ils l'endroit de la naissance pour retourner à leur point de départ? L'exposé suivant indiquant l'activité migratoire de certains types de vertébrés pourra peut-être donner une idée de la tendance actuelle dans l'interprétation de ces problèmes.

Parmi les poissons, ce sont l'anguille et le saumon qui fournissent des exemples classiques de migrations à longue distance; la morue et nombre d'autres poissons qui sont à la base d'industries importantes effectuent des déplacements moins spectaculaires mais tout aussi significatifs. La morue (*Gadus morrhua*) se rencontre dans la mer en bancs très importants qui se comportent comme des entités plus ou moins indépendantes. La région principale de pâture pour les plus importants de ces groupes se trouve dans les eaux froides relativement peu profondes de la région du Spitzberg, de l'île des Ours, et de la mer de Barents: les jeunes poissons y passent leurs premières années et se développent rapidement grâce au plancton abondant. Au bout de huit ans ils atteignent leur maturité sexuelle et migrent vers la côte ouest de la Norvège, où ils déposent leur frai sous forme de bancs compacts dans le voisinage des îles Lofoten. Là les œufs se développent, et par la suite les larves qui en sortent dérivent vers le nord emportées par les courants, tandis que les poissons se déplacent plus lentement dans la même direction. Finalement, les parents et leurs descendants retournent aux aires de pâture. Les eaux froides du nord sont essentiellement les régions riches en plancton, tandis que les eaux plus chaudes des frayères permettent aux œufs de se développer assez rapidement, semble-t-il, pour que les jeunes poissons soient capables de se nourrir au moment où, transportés passivement par les courants, ils arrivent dans la zone favorable à leur développement. Ainsi que l'a fait remarquer E. S. Russell, cet exemple de migration des poissons, comme tous les autres d'ailleurs, a pour règle que le poisson adulte nage activement à contre-courant avant de déposer ses œufs, et que les œufs et les larves sont transportés passivement par le courant vers une région favorable au développement. Il ne faut pas oublier cependant que la présence d'un courant constant ne suffit pas à fournir au poisson une indication directe sur sa position par rapport au sol; ce n'est que lorsqu'il reçoit une stimulation visuelle ou autre provenant d'un objet fixe (comme lorsqu'il nage près du fond) qu'il peut contrôler ses mouvements par rapport à la terre. D'autre part, une masse d'eau possédant une température ou des gradients de salinité spécifiques peut très bien constituer un excellent moyen de navigation, puisque les poissons sont capables d'apprécier ces gradients avec un degré de précision extrêmement élevé.

Le déplacement vers l'est à travers l'Atlantique des larves de l'anguille européenne est un autre exemple du déplacement passif par charriage vers les aires de pâture des larves de poisson; mais nous ne pouvons que faire des hypothèses sur l'influence des facteurs hydrographiques sur la migration à contre-courant des jeunes anguilles vers les régions d'eau douce. Nous ne pouvons également que faire des conjectures sur la question de savoir à quel point la migration vers l'ouest des anguilles adultes, à partir du moment où elles ont atteint la mer, consiste essentiellement en un déplacement vers des eaux de plus

en plus profondes, ou à quel point elle dépend de l'action passive des courants marins. Mais c'est dans le cas du saumon que la migration des poissons prend un aspect particulièrement surprenant. Rich et Holmes ont montré en 1929 que les saumons adultes (*Onchorynchus twchawytcha*) qui remontent la principale rivière Colombia le font en deux groupes, l'un au printemps, et l'autre en automne. Ceux qui y arrivent au printemps remontent le courant sur 160 km environ, puis tournent en direction du sud pour gagner la rivière Willamette; ceux qui arrivent en automne continuent vers l'est jusqu'à ce qu'ils atteignent le bassin supérieur de la Colombia. En marquant un grand nombre de saumoneaux avant le moment de leur descente vers la mer on est arrivé à deux conclusions importantes. (*a*) Les poissons qui se sont développés respectivement dans la Willamette et la Colombia reviennent à la même rivière. Un pourcentage étonnamment important des poissons recapturés sont repris dans de très petits cours d'eau tributaires d'où provenaient certains des jeunes saumons marqués au début. (*b*) Les poissons sortis d'œufs pondus par des saumons de la Willamette mais qui ont éclos et se sont développés dans la Colombia supérieure retournent dans cette rivière, mais à l'époque de l'année caractéristique du groupe se rendant à la Willamette. Davidson a observé un phénomène analogue pour le saumon *O. gorbuscha*, de même que Foerster pour *O. nerka*. Pour ce dernier, les jeunes poissons avaient été marqués et replacés dans la rivière Cultus, petit affluent de la rivière Fraser: sur un total de 967 poissons adultes recapturés, 83% ont été pris dans la rivière Cultus, et les 17% restants dans les aires de pêcherie en mer; on n'en a trouvé aucun dans une des autres aires de reproduction. Ces résultats suggèrent que pendant leur séjour en eau douce les jeunes poissons ont un sens très marqué de la topographie, basé vraisemblablement sur la température de l'eau, son oxygénation, ou sa composition chimique; ils suggèrent également que les poissons en « gardent le souvenir » et les associent avec la proximité d'une frayère bien déterminée. Cependant, il ne faut pas oublier que nous n'avons jusqu'à présent que très peu de connaissances précises sur l'amplitude ou la direction des déplacements dans la mer des poissons qui sont revenus à leurs frayères d'origine. Pour le moment nos connaissances semblent provenir seulement de deux saumons (*O. gorbuscha*) marqués lorsqu'ils étaient des saumoneaux par Pritchard à Morrison Creek, île de Vancouver. L'un de ces poissons fut capturé à Deep Water Bay, dans le détroit de Johnstone (à 70 km au nord de Morrison Creek) le 19 août, 1943, et repris à Morrison Creek le 6 octobre; l'autre poisson capturé le 30 août, 1943, au large de l'île Lopez, Puget Sound (à 185 km au sud de Morrison Creek), fut repris à Morrison Creek le 6 octobre. Ceci suggère certainement que les poissons appartenant à cette espèce d'*Onchorynchus* s'éloignent à des distances relativement considérables des embouchures de leurs rivières d'origine, et qu'ils ont, au cours de leur voyage de retour, la possibilité de pénétrer dans d'autres rivières que la leur. D'autre part, tant que l'on n'a pas étudié à fond ces deux points, le tableau général que nous nous faisons de la faculté des poissons de retourner à leur lieu d'origine ne peut être considéré comme définitivement établi. Ce que l'on sait des déplacements du saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) sur les côtes est du Canada semble prouver combien il est nécessaire de pousser plus loin les investigations. Huntsman est arrivé à la conclusion que les jeunes saumons qui retournent à leur rivière d'origine sont ceux qui n'ont pas dépassé de beaucoup en mer la zone dans laquelle le courant de la rivière où ils sont nés peut exercer une influence physique ou chimique, et que leur migration le long de la côte les amène automatiquement au voisinage de leur propre rivière; on n'a pu encore prouver que les poissons qui migrent à de très grandes distances reviennent à leur rivière d'origine. D'autre part, l'exactitude avec laquelle l'*Onchorynchus* effectue sa migration de retour semble varier avec le nombre de frayères possibles que le poisson peut rencontrer à son retour; s'il n'existe qu'un emplacement présentant les conditions physiques convenables à une frayère, le concept de « mémoire » ne semble plus nécessaire, puisqu'un site de ce genre peut être découvert par hasard. Contrairement aux conclusions de Rich et Holmes pour le saumon du Pacifique, White et Huntsman ont conclu que les habitudes de retour au printemps ou en automne du saumon de l'Atlantique sont déterminées par la nature du cours d'eau dans lequel le jeune saumon se développe et non pas par la constitution génétique de celui-ci. Dans le cas du saumon britannique il existe des preuves indirectes en faveur de la conception du retour au lieu d'origine, et il faut espérer que l'on n'attendra pas beaucoup plus longtemps pour entreprendre les recherches nécessaires sur ce sujet. Ces recherches ne devraient pas être limitées à l'étude détaillée de la physiologie et des déplacements des

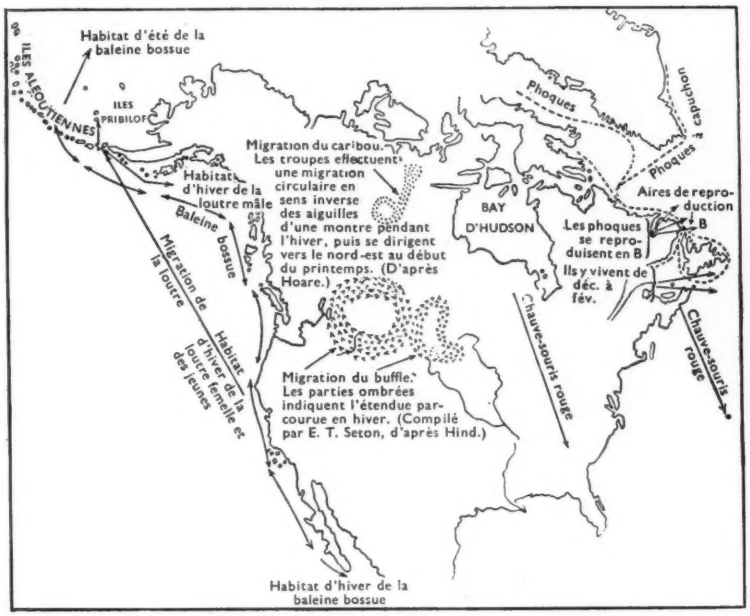


FIGURE 1 – Trajets suivis au cours de leurs migrations par plusieurs espèces nord-américaines. *Des baleines appartenant à plusieurs espèces passent l'été dans les mers arctiques et hivernent au large des côtes du sud de la Californie. On connaît mal l'habitat d'hiver des chauve-souris migratrices, mais on en a capturé sur des bateaux loin en mer et aux îles Bermudes.*

(Reproduit avec l'autorisation de McGraw-Hill Publishing Co. Ltd.)

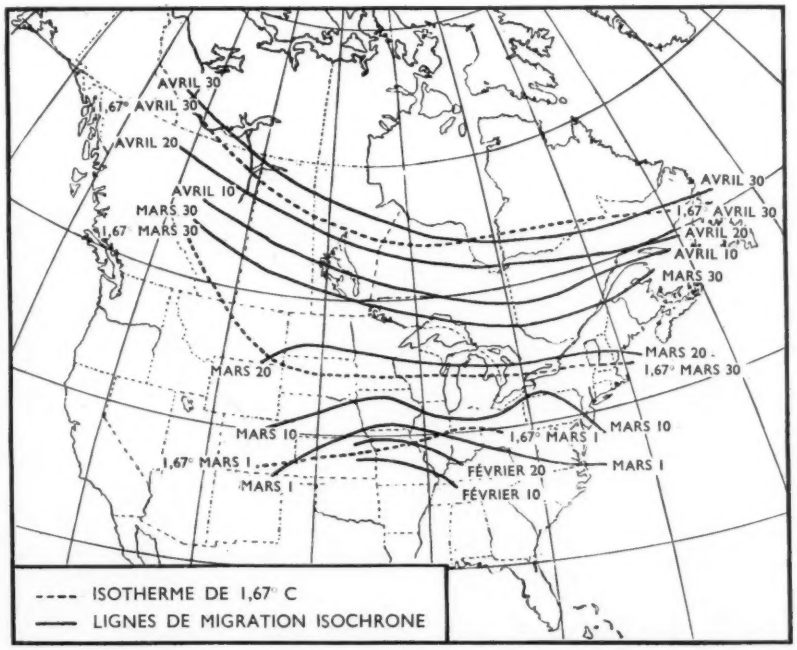


FIGURE 2 – Migration de l'Oie du Canada. *Le mouvement migratoire vers le nord suit le progrès du printemps, dans ce cas le progrès de l'isotherme de 1,67° C. coïncidant avec celui de l'oiseau.*

(Reproduit avec l'autorisation du United States Department of Agriculture.)

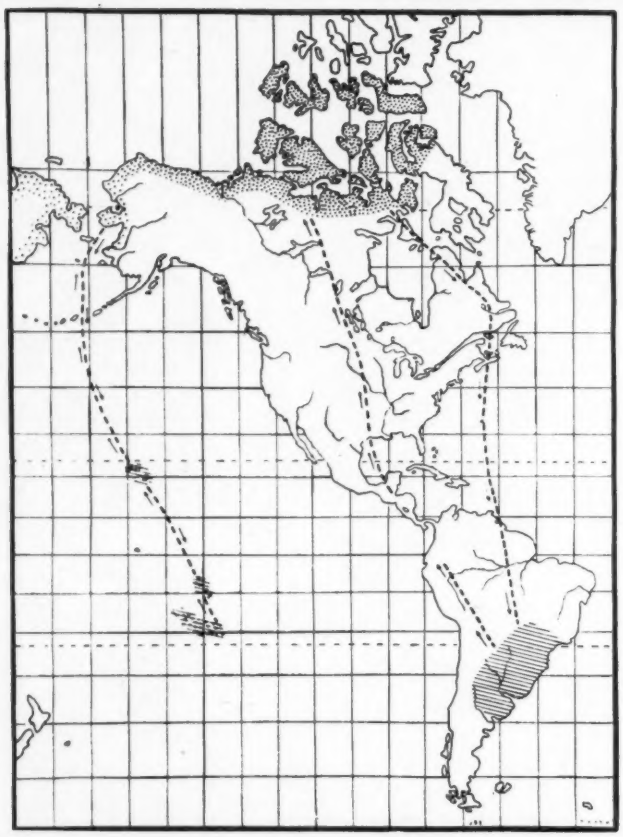


FIGURE 3 – Répartition et Migration du pluvier doré, *Charadrius dominicus. Les adultes de la forme orientale* (Ch. dominicus) *migrent à travers le nord-est du Canada, puis arrivent en Amérique du sud après un vol sans escale. Au printemps ils remontent la vallée du Mississippi. L'ensemble de leur trajet a donc la forme d'une grande ellipse ayant un grand axe de* 12.800 *km et un petit axe de* 3.200 *km. Le pluvier doré du Pacifique* (Ch. fulvus), *qui se reproduit dans l'Alaska, semble accomplir un vol sans escale au-dessus de l'océan jusqu'à Hawaï, aux îles Marquises, et aux îles Gambier, et revient au printemps par le même chemin.*

(Reproduit avec l'autorisation du United States Department of Agriculture.)

poissons, mais elles devraient comporter une étude hydrographique soigneuse des eaux dans lesquelles se produisent leurs migrations.

L'activité migratoire à la période de reproduction est courante chez les amphibies, et l'on constate des déplacements analogues chez les reptiles amphibies, mais ces migrations ne semblent en aucun cas comparables en importance à celles des poissons ou des oiseaux. Bien que ces deux dernières classes de vertébrés soient très peu voisines au point de vue évolutif, les caractères principaux de leurs migrations sont étrangement similaires: dans tous les cas leurs déplacements sont motivés par des cycles d'activité reproductrice ou alimentaire. Néanmoins, le cycle migratoire des oiseaux est plus étroitement lié aux cycles annuels de changements saisonniers que celui des poissons. Des oiseaux résidant dans les régions tropicales peuvent présenter des phénomènes migratoires bien déterminés adaptés aux conditions locales, mais c'est essentiellement chez ceux dont les aires de reproduction se trouvent dans les régions tempérées ou les régions arctiques que l'on rencontre les types de migrations les plus remarquables et les plus étendus. On a donc de bonnes raisons de supposer que les oiseaux ont acquis l'habitude migratoire sous l'influence de facteurs climatiques ayant agi sur l'espèce dans le passé ou agissant sur les individus au cours même de leur existence. En règle générale le mouvement migratoire dans l'hémisphère nord s'effectue vers le nord au printemps et vers le sud en automne. Les oiseaux évitent ainsi les rigueurs de l'hiver nordique et profitent des longues heures de l'été au moment où ils élèvent leurs petits. Pour chaque espèce le mouvement vers le nord se produit chaque année à des dates assez constantes, et l'on a pensé depuis longtemps qu'il était influencé soit par l'allongement des jours, soit par une élévation de la température moyenne diurne ou nocturne. Rowan a montré qu'en faisant varier artificiellement la période d'illumination pour des corbeaux on influençait de façon marquée la maturation de l'ovaire et des testicules et aussi l'activité migratoire. Néanmoins, l'état des gonades sous l'influence de la lumière ne peut expliquer la migration vers le nord des oiseaux qui hivernent dans les régions tropicales, ou des jeunes oiseaux qui migrent vers le nord avant d'avoir atteint leur maturité sexuelle. De plus il est difficile d'expliquer comment la lumière peut influencer les oiseaux dont la migration de printemps s'effectue de l'ouest vers l'est comme c'est le cas pour les sansonnets qui nichent dans le nord de l'Allemagne. Les observations de Kendeigh sur le roitelet des régions orientales (*Troglodytes aedon aedon*) suggèrent que la migration est contrôlée beaucoup plus par la température que par

la lumière; au printemps et au début de l'été les oiseaux ont tendance à quitter les régions où la température diurne est excessive, mais leur mouvement vers le nord est à son tour arrêté aux latitudes sous lesquelles la nourriture absorbée pendant le jour cesse d'être suffisante pour fournir le degré élevé de métabolisme nécessaire pour supporter de basses températures nocturnes. Cette conception semble être confirmée par les observations montrant que la migration vers le nord suit assez exactement celui d'une ligne isotherme, qui varie selon les espèces. Il est néanmoins difficile de se représenter comment ces changements de température diurne peuvent influencer des oiseaux qui hivernent dans les régions tropicales ou au sud de celles-ci.

Même à l'intérieur d'une espèce on constate que chez certains individus la période de migration loin du nid coïncide avec la période de migration en sens inverse pour d'autres individus. On connaît également de nombreux cas dans lesquels une partie seulement de la population effectue des migrations. C'est probablement Thomson qui a donné le tableau le plus satisfaisant d'un cycle migratoire typique, il suggère que c'est essentiellement l'expression d'un rythme génétique intrinsèque constitué par des modifications métaboliques ou par un type de comportement dont le déclanchement peut être accéléré ou retardé par des facteurs de milieu. Cette conception explique l'activité migratoire d'oiseaux hivernant dans les régions tropicales mais implique l'hérédité d'un mécanisme qui est influencé par un facteur externe de milieu de façon à limiter le mouvement de l'oiseau à une direction déterminée. On devrait pouvoir obtenir de précieux renseignements sur la nature de ce facteur en étudiant minutieusement à quel point les facteurs climatiques forment des gradients bien déterminés dans l'amplitude des mouvements journaliers non migratoires de l'oiseau, et à quel point la détection de ces gradients est à la portée de la perception sensorielle de l'oiseau à différents stades de son cycle reproductif. Cependant, ainsi qu'on le verra plus tard, la faculté que possède un oiseau de retrouver sa résidence après qu'il a été transporté passivement loin d'elle n'est pas toujours limitée à la direction caractéristique de sa migration saisonnière. Il ne faut pas oublier non plus que des espèces très voisines d'oiseaux peuvent présenter des degrés très différents d'activité migratoire.

L'existence d'un facteur extérieur qui confine le mouvement de l'oiseau à une certaine direction constitue l'un des problèmes biologiques les plus intéressants mais aussi les plus compliqués. Comment l'oiseau contrôle-t-il la direction de son vol migratoire, et, surtout, comment peut-il revenir, au bout de plusieurs mois, à son point de départ après un voyage de plusieurs centaines ou de plusieurs milliers de kilomètres? Généralement parlant, il existe deux types principaux de théories: (*a*) Celles qui admettent l'existence de données sensorielles qui permettent à l'oiseau de se diriger vers un but précis; (*b*) Celles qui attribuent le retour de l'oiseau à une exploration plus ou moins systématique sans l'aide de guides sensoriels. Dans le cas de déplacements d'amplitude relativement faible, il n'est pas douteux que des indications visuelles jouent un rôle important

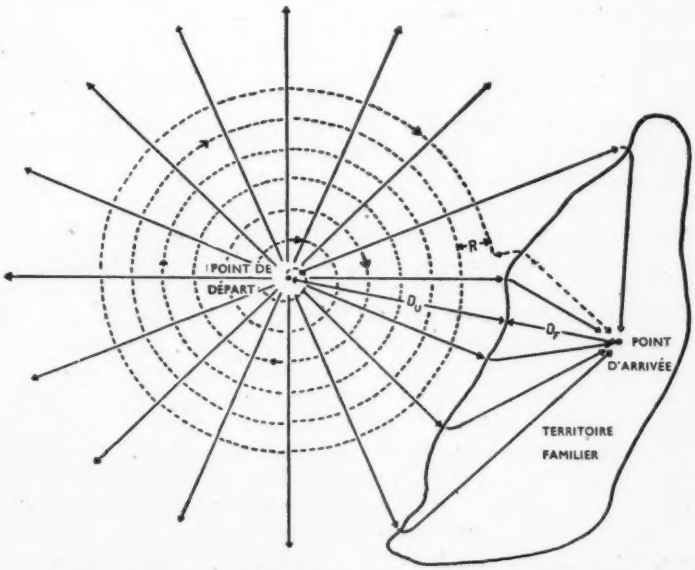


FIGURE 4 – *Trajet hypothétique suivi en vol par des oiseaux retournant à leur nid par dispersion rayonnante (lignes pleines) et exploration en spirale (lignes pointillées). Dans cet exemple schématique cinq oiseaux sur seize sont rentrés par dispersion rayonnante, trajets aériens égaux à* 1,03, 1,04, 1,18, 1,67, *et* 1,7 *fois la distance en ligne droite* DF + DU. *Les oiseaux rentrant en suivant le trajet en spirale auraient parcouru environ* 13,3 *fois la distance en ligne droite.*

(*Reproduit avec l'autorisation de la* Quarterly Review of Biology.)

et peut-être même le seul rôle. Pendant son voyage d'aller l'oiseau se dirige certainement par rapport à des repères caractéristiques au sol, tout en cherchant un emplacement convenable pour son nid; pendant son voyage de retour vers sa résidence d'hiver, l'oiseau « se souvient » de ces repères et se dirige par rapport à eux.

La plupart des vieilles cartes de trajets migratoires soutiennent l'opinion que les oiseaux migrateurs suivent une « ligne de vol » bien déterminée jalonnée par des caractéristiques marquées du paysage telles que bordures côtières, vallées, routes marines courtes, et chaînes montagneuses. Il est cependant évident que les méthodes visuelles de navigation ne peuvent expliquer certains faits bien établis. Premièrement, l'espace parcouru par certaines espèces pour retrouver leur point de départ est tel qu'on ne peut raisonnablement admettre qu'elles aient pu en avoir une expérience visuelle antérieure. Des sansonnets sont revenus de Berlin dans presque toutes les régions d'Allemagne après des voyages « à marche forcée », allant de 40 km à près de 650 km; des canards nés en Louisiane y sont revenus depuis les côtes pacifiques et atlantiques des Etats-Unis. Deuxièmement, la plupart des migrations les plus spectaculaires comportent des vols longs et continus au-dessus de la mer loin de toute terre; le coucou bronzé (*Calcites lucidus*) hiverne dans les îles Salomon, et son voyage vers son aire de reproduction en Nouvelle-Zélande comporte un vol d'au moins 1.400 km. Troisièmement, d'après des renseignements récents, la migration se produit souvent sur un vaste front, et le chemin suivi pour le voyage de retour peut être extrêmement différent du chemin suivi à l'aller. D'après Moreau, la migration de la cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) se produit sur un front de 960 km au-dessus de l'Egypte, et beaucoup des oiseaux passent certainement trop loin de points de repère, tels que la vallée du Nil, pour que celle-ci se trouve dans leur champ visuel. La plupart des objections à la théorie de la navigation optique disparaîtraient si l'on pouvait démontrer que les phénomènes célestes font partie des repères visuels d'après lesquels les oiseaux s'orientent dans leurs déplacements journaliers normaux. Mais cette supposition n'est pour le moment basée sur aucun fait. Le fait que la navigation aérienne basée sur les perceptions optiques soit limitée fait penser que l'oiseau a peut-être recours à des indications sensorielles d'une autre nature. Mais les données expérimentales obtenues sont loin d'être convaincantes, et aucune des expériences n'a été effectuée dans des conditions permettant d'éliminer entièrement le recours à des repères visuels; d'autre part, les chemins suivis à l'aller et au retour sont très différents. Il reste la possibilité que le retour au point de départ s'effectue, non pas au moyen d'une navigation sensorielle, mais à la suite d'une exploration systématique. Des théories de ce type comprennent celle de Hodge, qui soutient que les pigeons effectuent un vol en spirale dont le rayon croît sans cesse jusqu'au moment où ils arrivent inévitablement en vue de territoires familiers. Il est difficile de concevoir comment une méthode de ce genre permettrait à un oiseau de revenir d'un endroit situé à plusieurs milliers de kilomètres de son but. L'hypothèse de Claparède, selon laquelle un oiseau volerait en ligne droite, dans une direction déterminée par le hasard, est peut-être un peu moins invraisemblable. Sur la base de cette hypothèse, le nombre d'individus qui atteindraient leur « but » varierait comme l'inverse de la distance à parcourir et en proportion directe avec l'étendue de territoire connue de l'oiseau. Griffin a montré que les données obtenues pour des oiseaux transportés artificiellement loin de leur habitat naturel sont conformes à cette règle générale. Malheureusement, on ne possède aucun renseignement précis sur l'étendue de territoire qu'un oiseau peut parcourir et qu'il parcourt effectivement au cours des phases non migratoires de son existence. D'autre part, il est difficile d'admettre qu'il entre un sérieux élément de hasard dans le fait qu'un même oiseau migrateur revient nicher deux années de suite au même emplacement; il en est de même pour les mouvements du pluvier doré (*Charadrius fulvus*) entre l'Alaska et Hawaï. Il semble surprenant que nous soyons incapables d'établir la signification de la navigation sensorielle en opposition à celle de l'exploration au hasard. Il devrait être possible d'obtenir des résultats concluants en anesthésiant les oiseaux au cours du voyage d'aller; malheureusement les expériences de ce genre n'ont pas été effectuées jusqu'à maintenant dans des conditions qui permettent d'éliminer entièrement les possibilités de navigation optique ou de découverte due au hazard.

Parmi les mammifères terrestres les migrations saisonnières sont assez courantes, particulièrement dans les régions sub-arctiques et sub-tropicales. Dans le nord de l'Amérique l'élan et le caribou migrent en larges troupes vers des territoires où ils peuvent se nourrir en hiver; de même en Afrique, dans la région de la rivière Orange, le

springbok migre à la saison de l'accouplement vers les territoires des terres-hautes où la végétation est particulièrement riche. Mais ce sont les mammifères aquatiques qui effectuent les migrations saisonnières les plus spectaculaires. L'un de ces mouvements migratoires les plus intéressants est celui du phoque (*Callorhinus alascanus*); les femelles et les mâles qui n'ont pas encore atteint leur maturité sexuelle hivernent dans le sud et même jusqu'en Californie du sud, tandis que les mâles adultes hivernent dans le golfe de l'Alaska ou près des îles Aléoutiennes. A la saison de l'accouplement les mâles adultes migrent au nord des îles Pribilof, petits ilôts rocheux aux nord des Aléoutiennes et distants de 320 km de la terre la plus proche. Les femelles s'assemblent également sur cette aire de reproduction peu étendue et isolée, après avoir parcouru 4.800 km. Ces femelles sont gravides, et leurs petits naissent peu de jours après leur arrivée; peu après que les jeunes sont sevrés les femelles sont fécondées à nouveau et repartent vers le sud. Bien qu'il soit différent à certains égards, ce cycle migratoire présente le même problème essentiel que celui des oiseaux. Dans les deux cas on ignore le mécanisme qui détermine la direction des mouvements migratoires. Il ne faut pas oublier qu'il est extrêmement difficile d'observer avec précision pendant une période de temps considérable les mouvements exacts d'un certain oiseau ou d'un phoque donné; nous sommes donc obligés de nous appuyer sur des données qui sont susceptibles de présenter une erreur statistique importante, et il est très facile d'attribuer une signification erronée à des observations isolées.

En dehors des migrations saisonnières ou de reproduction, certains mammifères présentent des accès marqués d'« humeur migratoire » à des intervalles relativement irréguliers. Le lemming est un exemple classique. Ce petit rongeur vit en colonies dans la région aride de steppe arctique de l'est de la Scandinavie. Il se reproduit normalement deux fois par an, et chaque portée comprend quatre à cinq petits. A des intervalles assez irréguliers (de 2 à 4 ans) la population de lemmings devient extrêmement nombreuse, peut-être par suite d'une augmentation de la fertilité. Lorsque ceci se produit, presque toute la population commence à descendre vers les vallées occidentales, qui descendent en rayonnant du plateau montagneux. Ce voyage continue jusqu'à ce que les lemmings arrivent à la mer, dans laquelle ils se noient.

La migration est accompagnée d'une modification physiologique de l'animal, normalement timide et timoré, qui devient hardi et même batailleur.

Le tableau d'ensemble de ce phénomène peut être considéré comme « un défilé assez tragique de réfugiés, ayant le comportement caractéristique de l'étranger indésirable dans un pays très peuplé et se dirigeant en aveugles vers des morts variées » (Elton). Les déplacements en masse du springbok et d'autres animaux sauvages selon des cycles variant de 10 à 20 ans sont très voisins de la migration remarquable des lemmings. Heape et d'autres auteurs ont décrit ces déplacements en masse. Un très grand nombre d'animaux migrent vers l'ouest pendant plusieurs jours de suite en larges colonnes continues. Un très grand nombre d'entre eux meurent en route, mais les autres finissent par atteindre la mer, où ils se noient. Ces grands voyages sont sans retour.

La migration dans une seule direction n'est pas l'apanage des seuls mammifères. La Ganga unibande de Pallas, ou gélinotte (*Syrrhaptes paradoxus*), habite normalement l'est de l'Europe et l'Asie centrale, avec quelques individus isolés dans l'ouest de l'Europe. Néanmoins, en 1863, et plus encore en 1888, un très grand nombre de ces oiseaux se répandit sur la côte est de la Grande-Bretagne et envahit l'ensemble des îles Britanniques. On connaît des cas analogues, quoique moins spectaculaires, d'« invasions » par d'autres espèces. Il est possible que ces phénomènes accompagnent tout simplement certaines conditions de milieu, mais il semble plus probable qu'ils constituent une réaction d'une population qui a, pour une raison quelconque, atteint brusquement une densité telle qu'elle ne pourrait continuer à subsister sur son territoire normal. A ce point de vue ils semblent avoir quelque parenté avec la migration spasmodique des sauterelles, chez lesquelles l'habitude migratoire semble nettement être déterminée par la densité de population et par conséquent par des circonstances qui semblent conduire à la vie grégaire.

Une étude générale des faits connus montre nettement que chacun des principaux problèmes soulevés par les migrations des animaux sont encore à résoudre; mais d'autre part, il ne semble pas y avoir de raisons de les considérer comme insolubles.

«The Imperial College of Science and Technology»

H. J. T. ELLINGHAM

« The Imperial College of Science and Technology » résulte de la fusion de plusieurs institutions antérieures dont la plus ancienne fut fondée il y a un peu plus d'un siècle. C'est peut-être à cette origine multiple que le Collège doit son caractère cosmopolite qui a tant contribué à l'établissement de sa réputation mondiale. Dans cet article, le Dr Ellingham rapporte l'histoire plutôt compliquée des premières années du Collège et des hommes de science éminents qui y sont associés au titre d'anciens élèves ou de professeurs.

« The Imperial College of Science and Technology », institué par Charte Royale en 1907, est né de la fusion de trois établissements qui avaient déjà leur siège à South Kensington auparavant. Le plus récent, le « City and Guilds College », y fut fondé en 1884 sous le nom de « Central Institution of the City and Guilds of London Institute ». Les deux autres, la « Royal School of Mines » et le « Royal College of Science », ont chacun une histoire plus longue et plus complexe qui remonte à un ancêtre commun, la « Government School of Mines and of Science applied to the Arts », établie en 1851 à Jermyn Street, au Musée de Géologie. Quant à la section de Chimie du Collège, elle dérive d'une institution encore plus ancienne, le « College of Chemistry », ouvert en Octobre 1845 à George Street, Hanover Square.

Au cours du second quart du siècle dernier, on devint peu à peu conscient de l'importance de la science dans son application à une exploitation plus rationnelle des ressources naturelles du pays. En 1834, Henry Thomas de la Beche décida le gouvernement à instituer un Service Géologique des Iles Britanniques et, en tant que premier directeur de ce nouveau département, il s'occupa activement de l'établissement d'un Musée de Géologie Economique à Craig's Court, contigüe à Scotland Yard; un petit nombre d'élèves y fut admis pour y suivre des cours de minéralogie, de métallurgie et de chimie analytique. En 1842, un groupe de particuliers présenta un projet pour la fondation d'une école de chimie pratique à laquelle on donnerait le nom de Sir Humphry Davy. Lors d'une réunion publique à St Martin's Place, le 29 juillet, 1845, un conseil fut élu auquel le prince Albert accorda sa présidence. Son intervention personnelle permit à August Wilhelm von Hofmann d'accepter le poste de professeur.

Des laboratoires provisoires furent installés dans une maison de George Street, et le Collège — la première école organisée de chimie pratique en Angleterre — s'ouvrit aux étudiants en octobre 1845. En décembre, la Reine Victoria autorisa le nouvel établissement à porter le titre de « Royal College of Chemistry » et, l'année suivante, il put s'installer dans une demeure permanente spécialement construite, au 299 Oxford Street. La place disponible — prévue pour une cinquantaine d'étudiants — fut rapidement occupée par des « hommes de tous âges, de toutes classes et de professions variées — gentlemen étudiant la chimie en vue de leur profession ou par goût scientifique, pharmaciens et droguistes, étudiants en médecine et praticiens, officiers, prêtres, agronomes, industriels dans presque toutes les branches de la chimie ». Parmi tous ces auditeurs d'Hofmann beaucoup exercèrent par la suite une influence majeure sur le développement de la science et de l'industrie. Les cinq premières années du collège nous valurent Sir Frederick Abel, Sir William Crookes, Sir Edward Frankland, Warren de la Rue, William Odling, Frederick Field (qui créa la métallurgie du cuivre au Chili), F. W. Pavy (un pionnier de l'étude du diabète), Frederick Dyson Perrins (un chimiste pharmacien), et Henry Condy (fabricant de produits chimiques). Les cinq années suivantes virent apparaître Edward Divers, Herbert McLeod et Sir William Perkin; ce dernier découvrit le premier colorant artificiel en 1856 alors qu'il était assistant de recherche au Collège.

En 1851 (l'année de la Grande Exposition à Hyde Park), le Gouvernement dota le Service et le Musée de Géologie de nouveaux bâtiments à Jermyn Street, et de la Beche put ainsi réaliser le projet longuement caressé, d'utiliser les ressources du Musée comme bases de cours portant sur l'exploitation des mines et les sciences appliquées.

FIGURE 1 – *Royal School of Mines, Prince Consort Road, South Kensington.*

FIGURE 2 – *City and Guilds College, Exhibition Road, South Kensington.*

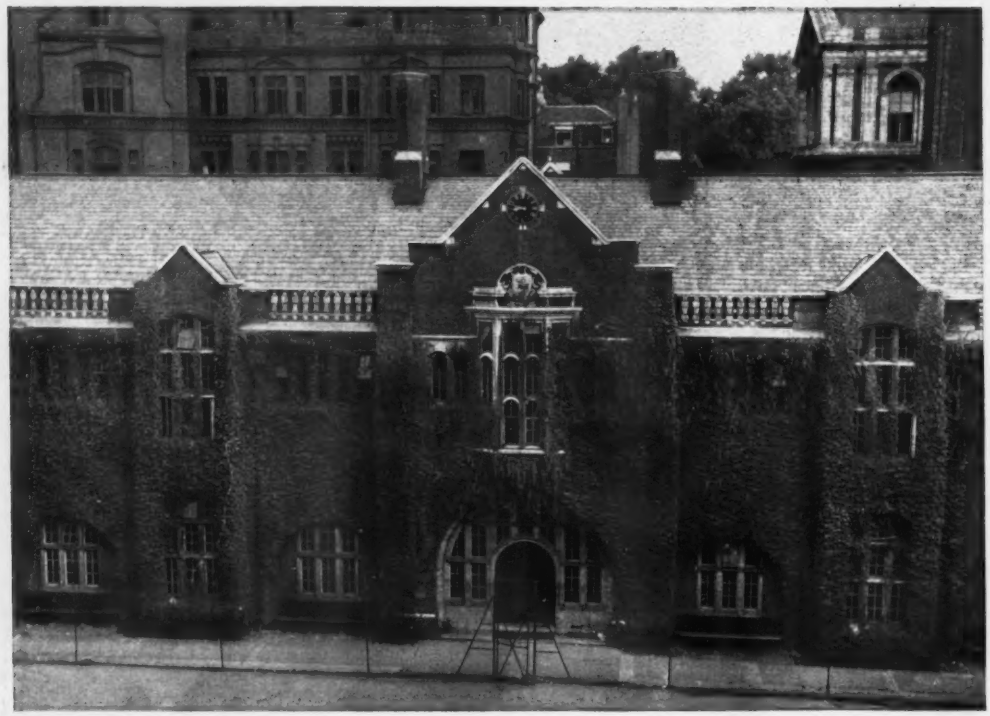


FIGURE 3 (*en haut*) – *Imperial College Union, Prince Consort Road, South Kensington.*

FIGURE 4 (*à gauche*) – *Royal College of Science. Départements de Chimie et Physique, Imperial Institute Road, South Kensington.*

L'école fut inaugurée le 6 novembre, 1851. Son corps enseignant, choisi dans le Service Géologique, comprenait Warington Smyth (Mines et Minéralogie); Andrew Ramsay (Géologie); John Percy, connu plus tard sous le nom de « père de la métallurgie anglaise »; Robert Hunt (Mécanique); Edward Forbes (Histoire naturelle appliquée à la Géologie et aux Arts); et Lyon Playfair, plus tard Lord Playfair (Chimie appliquée aux Arts et à l'Agriculture). On a dit depuis de cette équipe remarquable: « On a rarement vu dans aucun pays, et sans doute jamais en Angleterre, un corps enseignant plus brillant et plus doué que celui qui a fondé une école des mines à Londres en 1851 sous l'égide de Sir Henry de la Beche ».

L'école recevait deux catégories d'étudiants: les étudiants « associés », qui suivaient l'ensemble des cours professionnels d'exploitation des mines conduisant au diplôme de membre associé de l'école, et les étudiants « irréguliers », qui comprenaient au début surtout « des militaires, quelques dames et philosophes, . . . et des élèves de l'Ecole de Dessin Industriel », qui ne suivaient que des parties déterminées des cours ou des conférences dans une branche particulière. Ces derniers étaient les plus nombreux, mais la réputation du Collège reposait sur les premiers. Sir Roderick Impey Murchison, successeur de de la Beche, dit un jour: « Je considère le Collège uniquement comme l'école de la Géologie et des Mines britanniques; les sciences affiliées sont toutes subordonnées à ce point fondamental ». Le Prince Consort espérait cependant voir l'école devenir un « établissement gouvernemental d'études pour la diffusion des sciences en général en vue de leur application dans l'industrie productive », et le Département des Sciences et des Arts du Ministère du Commerce, nouvellement fondé, poussait à l'élargissement du programme de l'enseignement dans ce sens. Grâce à leurs efforts, le nom de l'établissement devint en 1853 la « Metropolitan School of Science applied to Mining and the Arts », mais le changement était plus apparent que réel car, en fait, il n'y avait ni subsides, ni locaux pour l'extension projetée de l'activité de l'école. Les professeurs s'en rendaient compte, et bien que certains, comme Thomas Henry Huxley (successeur de Forbes comme professeur de Biologie en 1854) fussent partisans de l'extension, ils n'étaient pas prêts à compromettre le programme du diplôme de membre associé en le transformant en une école générale de sciences appliquées. Murchison rallia les résistances et parvint à faire changer le nom de l'institution en celui de « Government School of Mines » en 1857, et finalement, en 1863, en « Royal School of Mines.» Le titre du diplôme fut changé — rétroactivement — en celui d'« Associate of the Royal School of Mines » (A.R.S.M.). Le nombre des membres associés ne fut jamais élevé mais, au cours de la période 1851 à 1872, il compta des hommes comme Hilary Bauerman, H. F. et W. T. Blanford, Sir Clement LeNeve Foster, Benjamin Peach, George M. Dawson, Percy Carlyle Gilchrist, William Gowland, Hugh Miller, et Sir William Chandler Roberts-Austen, des hommes qui, par la suite, jouèrent un rôle prépondérant dans le progrès scientifique et son application au développement des ressources minérales mondiales.

Au cours de cette période cependant, l'usage de laboratoires pour l'étude des « autres sciences », particulièrement de la biologie (avec Huxley) et de la physique (successivement avec Sir George Stokes puis John Tyndall, comme professeurs externes) faisait presque entièrement défaut. La situation était différente pour la chimie parce que, lorsque Playfair quitta l'école en 1853, le gouvernement avait repris les laboratoires du Royal College of Chemistry, d'Oxford Street, et le Collège avait « fusionné » avec l'institution de Jermyn Street, devenant sa Section de Chimie, avec Hofmann comme professeur. Grâce à cet arrangement, la place de la chimie pratique à l'Ecole des Mines était assurée. En outre, le Royal College of Chemistry, ainsi soulagé de difficultés financières causées par le fait qu'il dépendait d'appuis privés, conserva une autonomie très large comme école de chimie et, sous Hofmann et son successeur, Sir Edward Frankland, continua jusqu'en 1872 à choisir ses propres étudiants et à décerner ses diplômes de membres associés. Au cours des années 1860 et suivantes, on trouve parmi ses étudiants Sir William Tilden, Lord Shuttleworth, H. E. Armstrong, A. S. Herschel, J. A. R. Newlands, et Sir Alexander Pedler.

En 1870, une Commission Royale recommanda le déplacement de la Royal School of Mines à South Kensington et sa fusion avec le Royal College of Chemistry. Ce projet, qui impliquait la séparation de l'Ecole des Mines et du Musée, encourut l'opposition énergique de Murchison, Warington Smyth et de Percy, mais il fallut reconnaître que si l'on voulait développer efficacement l'enseignement des autres sciences, ainsi que l'exigeait Huxley, les locaux nécessaires devaient

être cherchés ailleurs. Quelques années auparavant, le gouvernement avait racheté aux commissaires de l'exposition de 1851 environ cinq hectares de terrain à South Kensington pour le Département des Sciences et des Arts, et c'est sur cet emplacement que furent réinstallés en 1872 les Sections de Biologie (Huxley), de Physique (Guthrie), et de Mécanique appliquée (Goodeve) — de Jermyn Street — et celui de Chimie (Frankland) — d'Oxford Street. C'est ainsi que prit fin l'existence quasi indépendante du College of Chemistry. Le bâtiment d'Oxford Street passa en d'autres mains et fut démoli par la suite.

Les sections déplacées furent logées dans un bâtiment très ornementé, de style italien, à Exhibition Road; il porte actuellement le nom de « Bâtiment Huxley » et contient toujours des sections du Collège Impérial. Les sections de la Royal School of Mines à South Kensington, ne servant plus aux cours de l'école des Mines, se transformèrent bientôt en une école de sciences indépendante et, lorsqu'en 1877, le département de Géologie vint s'y joindre, il devint évident qu'un nouveau régime apparaissait. La Commission du Conseil à l'Enseignement (le précurseur du Ministère) était fort désireuse de voir s'établir à South Kensington une école consacrée à toutes les branches des sciences appliquées et pourvue d'une organisation spéciale pour la formation de professeurs de sciences et elle était prête à envisager les cours des mines et de métallurgie comme des sujets d'importance secondaire de ce programme. On aboutit à un compromis. En 1881, à la suite du transfert du département de Métallurgie à South Kensington, l'école s'ouvrit sous ce titre hybride: « Normal School of Science and Royal School of Mines », avec Huxley comme premier doyen. Officiellement, c'était une seule école divisée en deux sections: celle des Mines (qui resta à Jermyn Street jusqu'à la mort de Sir Warington Smyth en 1890) et de la Métallurgie, et le reste, l'Ecole des Sciences rebaptisée « Royal College of Science » en 1891. Les deux sections, néanmoins, finirent par être considérées comme deux collèges associés ayant chacun son caractère et ses traditions propres et des diplômes séparés — A.R.S.M. et A.R.C.S. Citons parmi ceux qui y furent formés de 1872 à 1900: William Frecheville, Sir Charles V. Boys, W. R. Hodgkinson, Henry Louis, E. T. McCarthy, P. F. Frankland, R. D. Oldham, W. H. et A. G. Perkin, Thomas Turner, F. W. Harbord, F. Merricks, J. G. Lawn, S. J. Truscott, W. H. Merrett, S. W. Smith, et L. L. Fermor — à l'Ecole des Mines; W. P. Wynne, Alfred Fowler, A. E. H. Tutton, H. G. Wells, F. W. Lanchester, Sir Richard Gregory, Sir Albert Howard, F. C. Lea, W. H. Eccles, Sir Gilbert Morgan, Sir Frank Smith, James Whitehead, Sir Herbert Wright, et L. Bairstow — au Collège des Sciences.

Tandis que le Collège des Sciences et l'Ecole des Mines prenaient leur aspect moderne, on s'occupait de fonder l'autre grande institution qui allait leur être associée. En 1878, les Métiers de la Cité de Londres créèrent le « City and Guilds of London Institute for the Advancement of Technical Education ». Cet organisme mettait au premier plan de son programme l'établissement d'une Institution centrale pour l'instruction supérieure de ceux qui ont acquis des connaissances suffisantes dans les sciences et dans les arts pour bénéficier d'un enseignement sur leurs applications dans l'industrie. En 1884, un bâtiment à cet usage fut terminé et ouvert aux étudiants dans Exhibition Road. Bien que les cours projetés dussent couvrir la plupart des branches de la technologie et des arts décoratifs, il n'y eut que quatre chaires au début: la Technique (W. C. Unwin), la Chimie (H. E. Armstrong), la Mécanique et les Mathématiques (Olaus Henrici), et la Physique — plus tard la technique électrique — (W. R. Ayrton). Le diplôme du Collège (A.C.G.I.) fut vite réputé dans le domaine de l'art de l'ingénieur. En 1893, le nom du collège devint « Central Technical College », puis, en 1907, « City and Guilds College ». Parmi les « Anciens Centraliens », on peut mentionner, de 1884 à 1900: Sir Alfred Chatterton, H. A. Humphrey, W. E. Sumpner, E. F. Armstrong, W. du B. Duddell, D. W. Dye, Sir William Pope, C. V. Drysdale, M. J. P. O'Gorman, F. Twyman, Sir Ernest Dowson, et Ralph Freeman.

Il existait donc, depuis 1884, à South Kensington trois institutions consacrées à l'éducation scientifique et technique et à la recherche. Toutes se développèrent rapidement et se trouvèrent bientôt à l'étroit; le Royal College of Science fut partiellement soulagé en 1906 par la création d'un nouveau bâtiment pour la chimie et la physique. Les champs d'activité des trois collèges étaient largement complémentaires et, en 1906, une commission du Ministère de l'Instruction proposa un plan de collaboration plus étroite entre eux: « Le but principal est l'établissement à South Kensington d'une institution ou d'un groupe de collèges de sciences et de technologie où soit donnée l'instruction la plus spécialisée, et qui soit doté de l'équipement le plus complet pour

la formation et la recherche les plus avancées dans les diverses branches de la science, et spécialement dans ses applications àl'industrie». Le 8 juillet, 1907, l'« Imperial College of Science and Technology» fut institué par Charte Royale. Le Royal College of Science et l'Ecole des Mines furent aussitôt remis au Conseil d'Administration de la nouvelle institution, mais le City and Guilds College ne devint un collège constitutif qu'en 1910, date à laquelle on instaura pour son administration un corps de délégués. L'Imperial College, dans son ensemble, vint à être considéré comme une « Ecole » de l'Université de Londres.

Depuis ce temps, le progrès a été continu. De nouveaux bâtiments ont été construits à South Kensington pour une Association des Etudiants (1910), pour l'Ecole Royale des Mines, pour la technologie chimique, comprenant la technique chimique (1914); pour la biochimie et la pathologie des plantes (1923); et sous forme de Maisons d'étudiants (1926, 1931). Outre ses locaux à Exhibition Road, Imperial Institute Road, et Prince Consort Road, à South Kensington, le Collège possède une station biologique en dehors de la ville, à Slough, et une mine — la mine de Tywarnhale, près de Truro, en Cornouailles — où l'on forme des inspecteurs des mines. De nouveaux champs d'étude et de recherche se sont ouverts et le collège comprend maintenant les principaux départements suivants: Botanique et Biochimie; Zoologie et Entomologie appliquée; Chimie; Physique comprenant l'Optique technique; Météorologie; Géologie comprenant la Géologie minière et la Technologie du Pétrole; Métallurgie; Mines comprenant le Génie minier; Mathématiques et Mécanique; Génie Civil et la Géodésie, comprenant l'Hydraulique, les Ponts et Chaussées, et la Technologie du Béton; Construction mécanique et Force motrice; Technique électrique; Chimie industrielle et Chimie appliquée; Aéronautique.

Au cours de l'évolution du Collège Impérial, les vues du Prince Consort, de de la Beche, de Huxley et des Ediles de la Cité — fondateurs de ses éléments constitutifs — ont toutes été largement réalisées, sinon toujours de la manière préconisée à l'origine. En parcourant l'œuvre du dernier siècle, on ne manque pas d'être frappé en voyant comment les institutions du début ont évolué de façon à favoriser l'ultime fusion en un tout homogène; à aucune étape, il n'y eut de remaniement appréciable à effectuer. Les buts fondamentaux des éléments constituants avaient toujours été similaires bien que des changements de circonstances aient imposé de temps à autre des variations dans leur ligne de conduite immédiate. Ainsi, il fut un temps où la formation de professeurs de science était la tâche la plus urgente. Mais, depuis la fusion, sous la conduite des recteurs successifs — T. W. Bovey, Sir Alfred Keogh, Sir Thomas Holland, Sir Henry Tizard, et actuellement R. V. Southwell — le but dominant a été de former des hommes de science et des techniciens au service direct de l'industrie et de l'agriculture.

Depuis longtemps, la formation des étudiants au Collège se caractérise par une nette tendance au travail expérimental effectué par les étudiants eux-mêmes. Les contacts avec l'industrie sont étroits, et l'établissement d'écoles de recherche dans la plupart des sections du Collège a fortement augmenté son prestige de par le monde. Avant cette guerre, le nombre des étudiants postscolaires venant d'outremer, surtout des Dominions, pour faire des études supérieures et des recherches, allait croissant; on peut maintenant s'attendre à la reprise de cette invasion bienvenue et même sur une plus grande échelle. La conclusion d'accords amicaux avec des institutions-sœurs d'outremer a déjà noué des liens nouveaux avec l'Institut Technologique de Massachusetts aux Etats-Unis et avec l'Institut Indien de Sciences à Bangalore.

A l'aube d'un nouveau siècle d'activité, on s'aperçoit qu'il y a beaucoup à faire — et pas seulement au point de vue de l'enseignement et de la recherche. Depuis bien des années, de nombreuses sociétés d'étudiants et des clubs prospèrent au Collège, et plusieurs d'entre eux, comme le Club d'Aviron du Collège Impérial, se sont fait une belle réputation dans leurs domaines respectifs. Mais, la crise du logement — un problème éternel à Londres — a empêché beaucoup d'étudiants de bénéficier totalement de ces organisations qui jouent un rôle si important dans la formation du caractère. C'est pourquoi on a décidé de marquer le centenaire par la résolution de tout faire pour développer plus pleinement la vie de corps au Collège afin qu'il soit mieux à même de servir les besoins de la Communauté dans les années à venir.

Les récifs de coraux

T. A. STEPHENSON

Dans cet article, illustré de peintures dont il est l'auteur, le Professeur Stephenson décrit de façon remarquablement vivante l'aspect de récifs de coraux caractéristiques, comme peut le faire un biologiste qui est en même temps un connaisseur en beauté. De telles descriptions sont trop rares dans la littérature biologique. Elles constituent un complément précieux aux spécimens naturalisés, aux photographies, et aux articles purement techniques qui constituent la base sur laquelle travaillent la plupart des biologistes.

Les planches qui illustrent cet article sont des reproductions de croquis à l'huile faits sur la Grande Barrière d'Australie au cours d'une expédition d'études biologiques et géographiques qui y fut faite en 1928–9. Les résultats des travaux de cette expédition ont été publiés en plusieurs volumes par le British Museum (*Great Barrier Reef Expedition*, 1928–9, « Scientific Reports » de 1930 et suivants), mais ces croquis sont encore inédits.

Les récifs coraliens sont d'apparence aussi variée que des jardins, des champs ou n'importe quel paysage, et l'on peut voir des décors très variés sur un même récif. De plus, les récifs de coraux qui sont des structures rocheuses formées de squelettes d'organismes vivants (coraux, algues et autres invertébrés différents du corail) varient beaucoup dans leur degré de « vie ». A part les récifs complètement morts (comme par exemple ceux qui s'édifièrent dans les temps les plus reculés), on peut trouver d'autres récifs sur lesquels les coraux vivants et en croissance sont si peu abondants qu'ils sont invisibles, la majeure partie du récif consistant en une roche terne et grise, rongée et d'aspect morne, attirant peu l'œil si ce n'est par de petites plantes isolées et des flaques d'eau peuplées d'animaux parmi lesquels on verra peut-être une étoile de mer au dessin rappelant les motifs d'un tapis de Turquie ou une autre d'un bleu d'azur. Même sur un récif dont les bords offrent une abondante et riche végétation de corail vivant, il est souvent possible de marcher pendant des kilomètres sans en voir un seul. La surface de ces récifs forme une immense plaine sablonneuse avec des galets d'un gris terne ou des parties plus ou moins étendues de roche de corail mort et des traînées de plantes d'un vert terne ou même noirâtres poussant dans le sable ou à sa surface. Il peut y avoir d'innombrables flaques d'eau, dont la population offre parfois des formes plus variées et des couleurs plus brillantes; mais pour voir le corail dans toute sa splendeur, il faut aller l'observer sur le versant exposé au large d'un récif en plein développement, dont toute la pente à partir, à peu près, du niveau des basses-eaux des grandes marées sera tapissée d'une parure ahurissante de formes et de couleurs et qui défie tout ce que l'on peut voir sur terre.

Les récifs de la « Barrière Extérieure », qui forment une ligne de bandes semblables à des rubans et entre lesquelles on voit des trouées, séparent l'Océan Pacifique des eaux moins profondes du lagon, qui s'étend entre eux et la terre. L'un de ces rubans, connu sous le nom de Récif de Yonge, fut exploré par plusieurs d'entre nous en 1929. Là, presque chaque aspect du paysage était brillant et plein de couleur, et nous nous trouvions dans un monde complètement différent de ce qui nous était familier. D'une part il y avait la grande ligne des vagues du Pacifique s'écrasant avec une puissance immense sur le versant océanique du récif; et cependant, le récif détruisait leur force si complètement qu'il était possible de se tenir à quelques mètres d'elles et de voir les coraux sur les pentes submergées, se réfléchir dans leur crête ondulante, avant qu'elles ne se brisent, puis de regarder dans les crevasses du bord du récif les coraux eux-mêmes. A marée haute, le récif est complètement submergé et il émerge très peu au-dessus du niveau de la mer aux grandes marées les plus basses.

La partie supérieure de ce ruban de récifs affecte la forme d'une crête basse, large d'environ 140 m et longue de plus de 5 km, à environ 90 m en arrière des vagues. Cette crête ressemble à une grande avenue, isolée au milieu de l'océan, avec les vagues d'un côté et l'eau aux vives couleurs du côté du récif faisant face à la terre. La couleur de cette rampe n'est pas terne non-plus; le sol est rose, car il est recouvert d'une croûte d'algues de nature coralienne, et sur ce fond rose se détachent des coraux et autres organismes, présentant une infinie variété de

PLANCHE 2 – *Un bénitier* (Tridacna derasa) *dans une mare peu profonde au sommet d'un récif aux Iles Basses (Queensland). Les masses arrondies, à droite et à gauche du bénitier, sont des coraux vivants* (Porites). *La végétation ramifiée* (en haut, à droite) *est une autre espèce de corail* (Montipora ramosa); *les frondes ondulées* (en haut, à gauche) *sont une algue* (Padina); *la structure en nid d'abeille* (en bas, à gauche), *un autre corail* (Goniastrea). *L'étoile de mer bleue est une* Linckia laevigata.

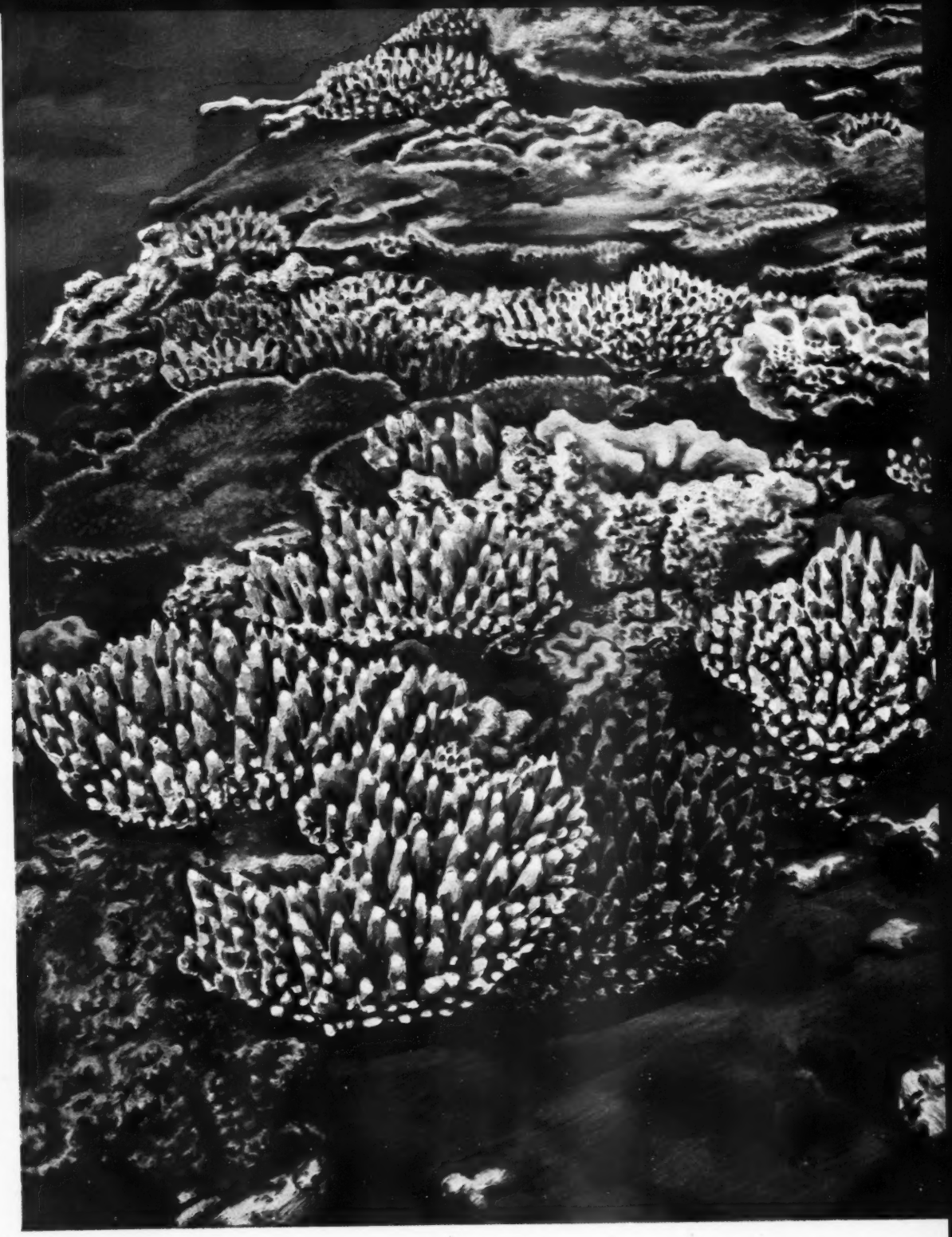
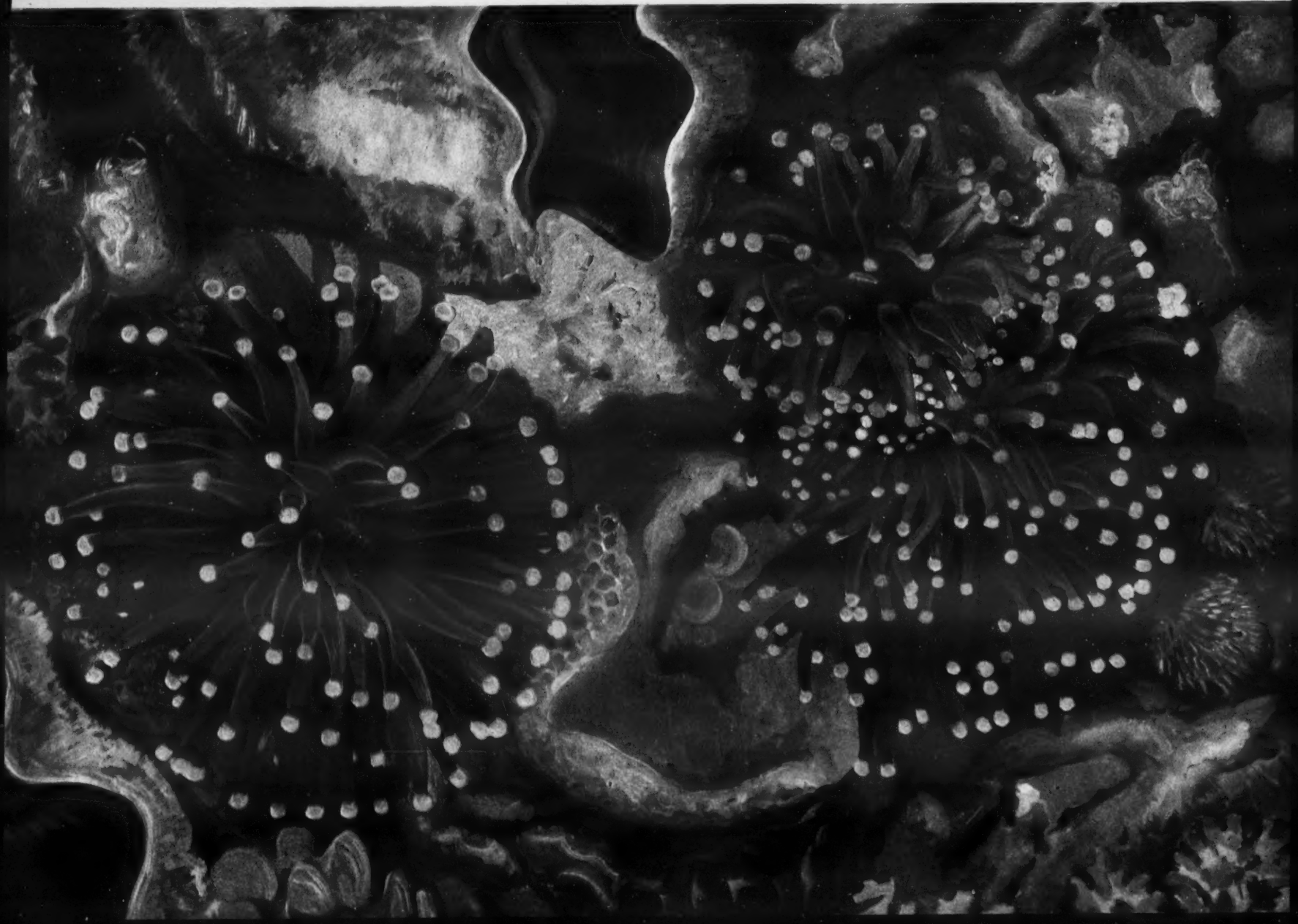
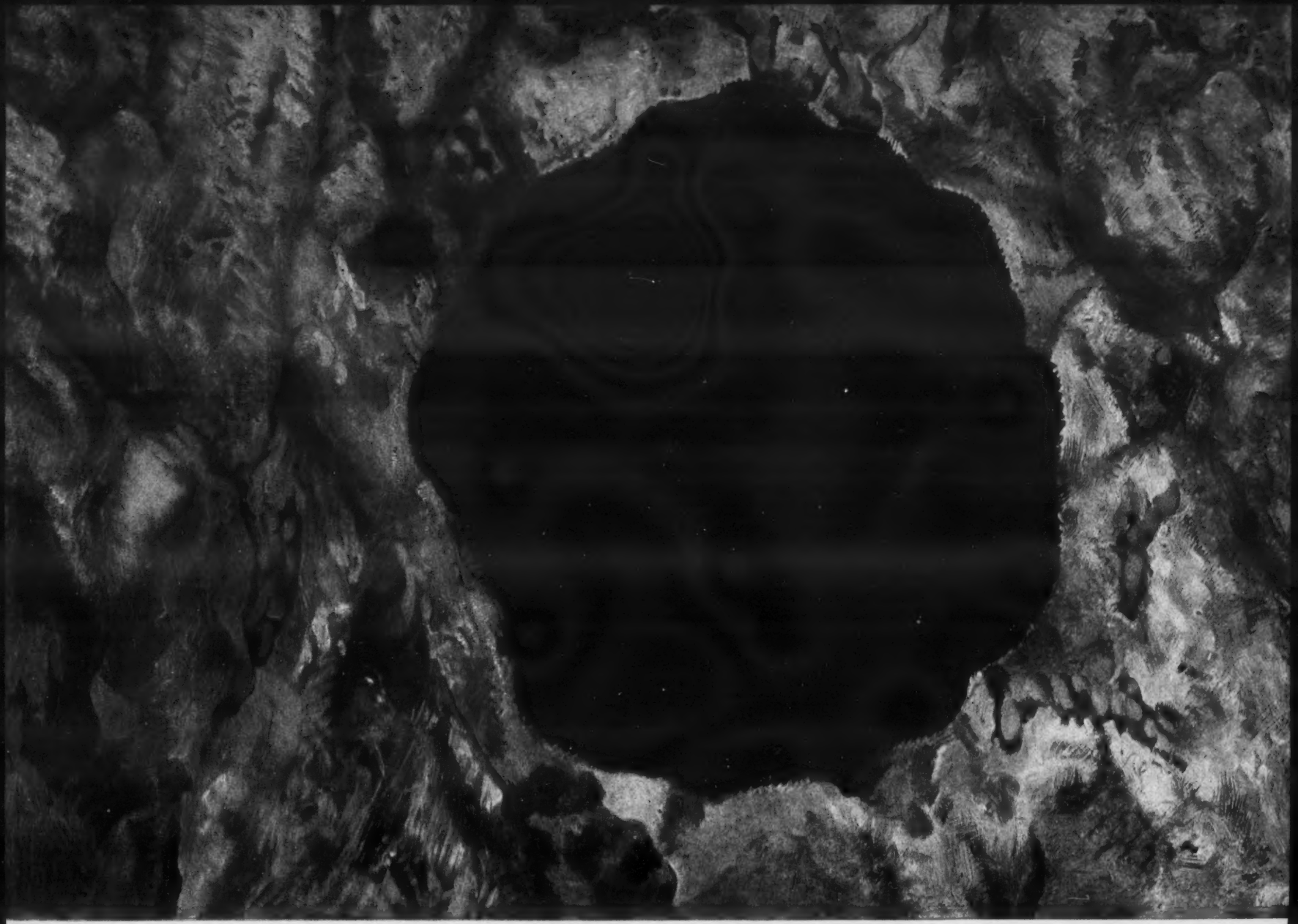
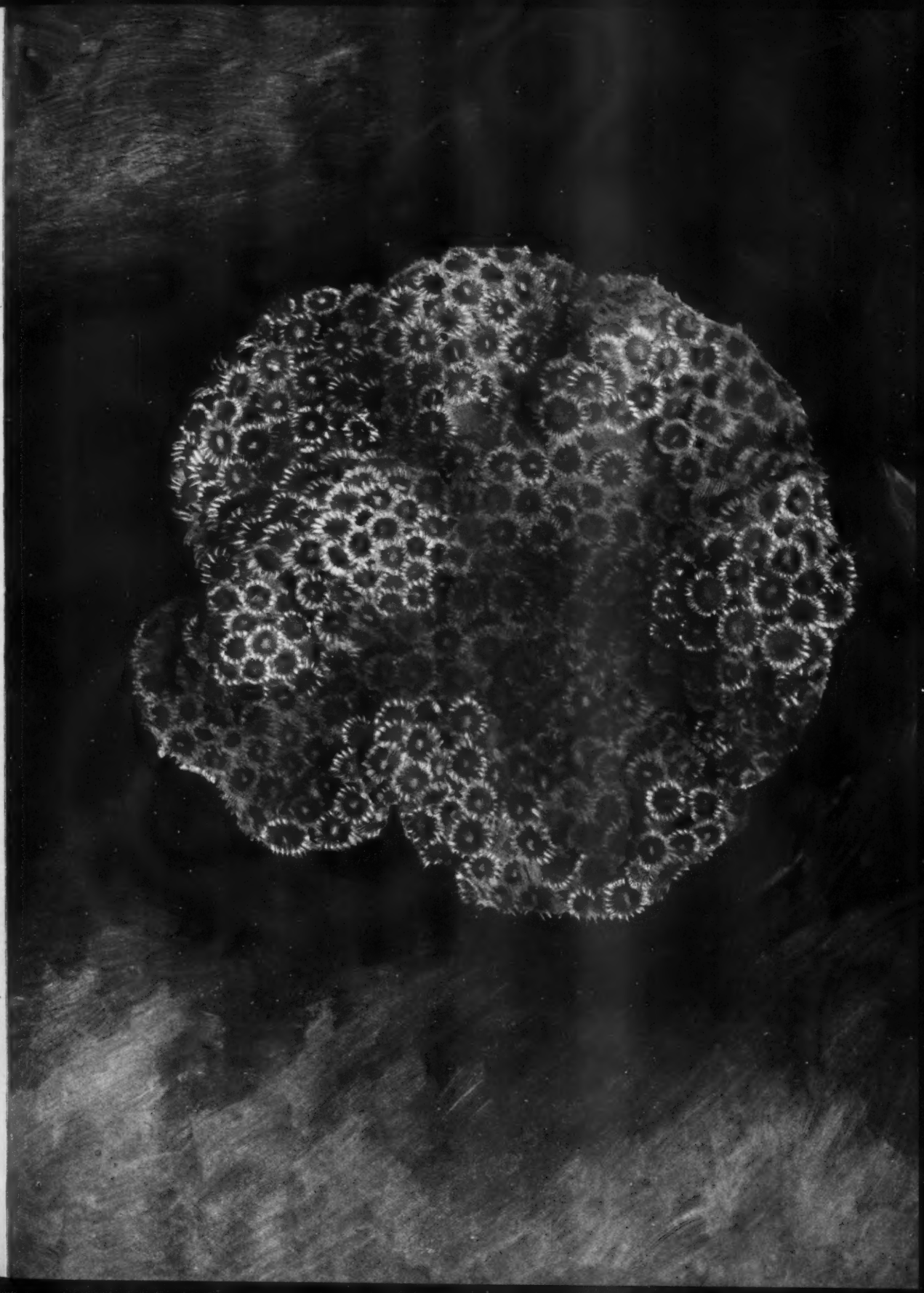


PLANCHE 3 – *Une végétation de corail vivant au sommet d'un petit îlot de corail sur le versant du récif Yonge tourné vers la terre. Tout le corail visible appartient au genre* Acropora *(le principal de ceux qui constituent les récifs), qui varie beaucoup de forme d'une espèce à l'autre. Les colonies jaunes et violettes avec leurs branches en forme de pouce sont* A. gemmifera, *les potences brunes aux extrémités pâles* A. hyacinthus, *les formes irrégulières de couleur crème* A. palifera.





ENDEAVOUR · JUILLET 1946



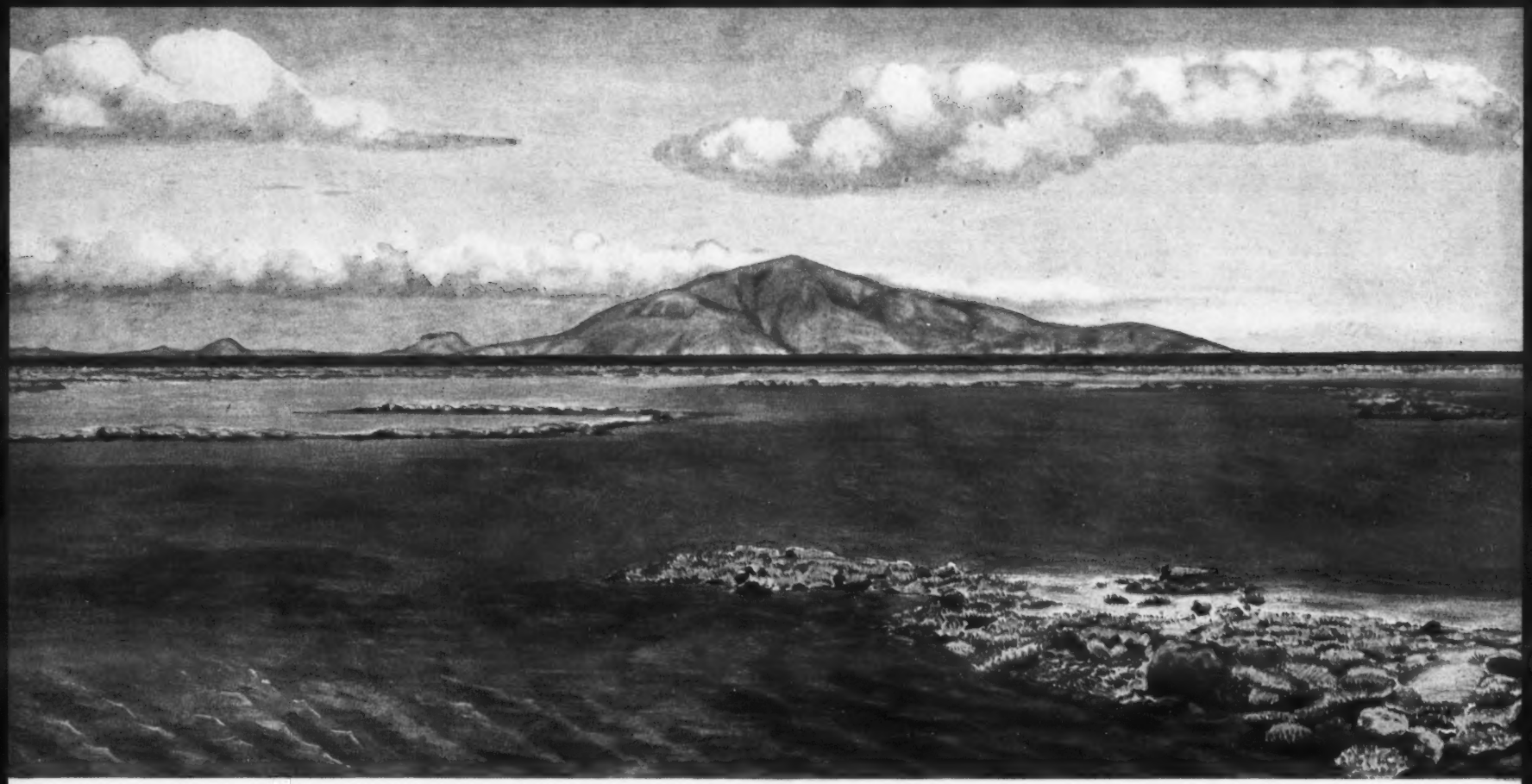


PLANCHE 8 – *Vue d'une partie du versant tourné vers la terre du récif de Yonge, Barrière Extérieure, du pont d'une vedette automobile. La montagne est l'Ile du Lézard, derrière laquelle la terre de Queensland est visible. Les eaux bleu vif et vertes sont des eaux de faible profondeur, sur du sable blanc, et la ligne foncée, au-dessous de la montagne, est l'eau plus profonde du lagon, entre la barrière et la terre. Pour plus de détails, voir le texte.*

teintes. Les couleurs dans les creux et sur les masses coraliennes situées entre la rampe et les vagues sont encore plus variées et plus merveilleuses. Du côté abrité du récif, loin des vagues, une scène d'un autre genre s'offre à la vue. C'est celle que représente la planche 8, peinte du pont d'une vedette automobile ancrée près du récif. De ce côté, le récif se divise en nombreuses îles de corail séparées, dont plusieurs présentent des bords à pic se dressant au-dessus d'un sol formé de sable ou de gravier parfaitement blanc et propre. Les sommets de ces îlots affleurent juste à marée très basse; quelques-uns sont visibles au premier plan, recouverts de corail vivant. Toutefois le coloris le plus éclatant est celui de l'eau elle-même. Elle varie du vert brillant des endroits peu profonds au bleu vif vers les grands fonds, et les couleurs du croquis sont loin d'être exagérées.

L'aspect d'un récif de corail, vu de loin dans son ensemble, varie d'apparence suivant sa nature, comme le montrent deux exemples sur la planche 1. Celle-ci fut dessinée à proximité du sommet de la montagne de l'Ile du Lézard, haute d'environ 330 m, et que l'on peut voir à l'horizon sur la planche 8. Au premier plan, au-delà des contreforts de l'île, on voit les taches violettes des récifs de corail irréguliers dans les bas-fonds. Au large il y a trois grands récifs (l'Ile de l'Aigle, le récif M, et le récif L), se dressant au-dessus du sol du lagon entre la Barrière Extérieure et la terre (aperçue au loin). Ces récifs grands et solides semblent, de cette hauteur et à cette distance, flotter sur la mer comme des apparitions.

Un spectacle différent encore de ceux précédemment décrits se présente à celui qui descend au-dessous de la surface des eaux avec un scaphandre. On se trouve aussitôt dans un autre monde, distinct de tout ce que nous pouvons connaître. La surface constitue une barrière absolue, un toit au travers duquel on ne peut rien voir; en somme, la mer est devenue le ciel. Mais un ciel bien plus limité que le nôtre: il offre infiniment moins de profondeur et de perspective et est habituellement d'un bleu-vert délicat qui s'estompe aux bords comme le ciel. La lumière du soleil s'infiltre en donnant un effet étrange. D'une façon générale, le paysage est tout en premiers plans avec quelques formes vagues en arrière, mais aucune proprofondeur. La scène commence avec un sol de sable et de pierres, et des coraux sur quelques-unes d'entre elles. De cette surface s'élèvent des rochers imposants, atteignant quelquefois la taille de falaises. De leurs côtés et de leurs sommets partent des coraux de toutes tailles et de toutes teintes. On voit de délicats bouquets déliés; des formes arrondies; des branches ramifiées, et surtout des structures étendues, en forme de vases ou de potences, dont certaines atteignent 2,5 m de large et peuvent supporter le poids d'un homme. Le tableau est invariablement animé par la présence de nombreux petits poissons. Certains, minuscules, verts ou jaunes, nagent entre les branches d'un corail beige-rosé, parfois jusqu'à cinquante à la fois dans une même colonie. On voit également des poissons plus grands, aux formes et aux couleurs bizarres, mais moins nombreux — noir et or, bleu électrique et or, rayés comme un zèbre ou présentant à la fois toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Ces poissons, en général, et à moins qu'il ne fasse un brusque mouvement dans leur direction, ne s'inquiètent pas du plongeur.

On croit quelquefois que toutes les couleurs vues sur un récif coralien sont brillantes. Il n'en est rien. Il est certain que dans les parties les plus colorées la variété des teintes est très grande, et c'est un des facteurs de leur attrait. Mais très souvent dominent des bruns-jaunâtres ou des bruns-rosés avec une note contrastante ici et là. La beauté, très réelle, ne dépend pas de l'éclat seul, mais aussi de la variété de formes et, plus particulièrement, de la texture. Les coraux ont souvent une étrange apparence veloutée qui contraste vivement avec leur dureté réelle. La délicatesse parfaite de leur forme et de leur coloris, la finesse de leur grain et de leur texture, et le changement de couleur que l'on observe souvent aux extrémités de leurs branches en état de croissance (comme, par exemple, de beige à bleu jacinthe vif) produit un effet indescriptible. Deux des planches (3 et 4) montrent l'apparence générale des coraux vus de près, mais malheureusement il faudrait, pour peindre l'exquise texture, passer à ces croquis beaucoup plus de temps que ce dont nous disposions. La planche 3 montre le corail exposé à l'air, à marée basse, sur l'un des îlots situés entre le récif de Yonge et la terre. La planche 4 montre la végétation d'un autre récif, telle qu'on la trouve juste au-dessous de la surface, vue d'un canot à l'ancre.

Les animaux eux-mêmes (polypes) qui produisent le corail sont semblables aux anémones de mer et, malgré leur apparence florale, sont carnivores. La couleur du corail vivant réside moins dans les tentacules des polypes que dans leur corps et dans les tissus qui les réunissent; c'est la mince couche de chair qui recouvre le squelette qui est colorée. Les tentacules des polypes ne peuvent

d'ailleurs pas être observées par ceux qui viennent visiter les récifs pendant le jour, car ces animaux s'ouvrent et se nourrisent seulement, ou surtout, la nuit. Il y a des exceptions à cette règle, comme on peut en voir deux exemples sur les planches 5 et 7. La planche 5 montre quelques polypes particulièrement grands appartenant à une espèce de corail-champignon (*Fungia*) épanouis au jour, au milieu de coraux morts et vivants, dans une flaque peu profonde. La planche 7 montre une colonie de l'espèce *Turbinaria*, structure en forme de plateau ondulé, couverte à sa partie supérieure par des polypes épanouis. Les autres planches montrent quelques-uns des autres animaux communément rencontrés sur les récifs australiens. Sur la planche 2, un bénitier (*Tridaena*) est entouré par du corail vivant et des algues; la planche 6 montre une anémone de mer géante (*Stoichactis*), ses tentacules bleu de Prusse offrant un curieux contraste avec le fond terne du corail mort avec ses incrustations d'algues rosées.

Il a déjà été fait mention des petits poissons verts et jaunes qui nagent autour des branches de quelques coraux. Ceux-ci illustrent une occurrence, souvent rencontrée, sur les récifs de corail, d'étroite association d'animaux d'espèces tout-à-fait différentes, que l'on désigne sous le nom de « commensalisme ». Ainsi, dans le cas qui nous occupe, chaque colonie de corail possède son banc de poissons, qui ne semblent jamais s'aventurer loin de l'abri de ses branches. D'autres coraux s'accompagnent souvent de crabes ou de crevettes. Il existe, par exemple, un corail ramifié brun-jaune très commun (*Pocillopora bulbosa*) qui vit dans les flaques au sommet des récifs, qui abrite souvent un crabe magnifiquement coloré en rouge-violet (*Trapezia cymodoce*), mesurant environ 25 mm de large; un peu moins fréquemment, ce même corail abrite de petits crabes d'espèce différente ou des crevettes. En fait, les crevettes sont l'un des « commensaux » les plus communs, et certaines espèces brillamment colorées du genre *Periclimenes* ont souvent pour quartier général non seulement des coraux, mais encore des anémones de mer, qui recèlent elles-mêmes non seulement des crevettes mais aussi des poissons. L'anémone représentée sur la planche 6 (*Stoichactis kenti*) offre plusieurs anomalies. Tout d'abord sa taille, qui est très grande pour une anémone (elle peut atteindre 45 cm et plus de diamètre), ensuite elle est souvent d'un bleu vif, qui n'est pas une couleur habituelle pour elles. En troisième lieu, elles abritent souvent de petites crevettes commensales (*Periclimenes*) et de petits poissons (*Amphiprion* et *Actinicola*) qui sont très différents d'elles comme couleur. Toute cette question de la coloration des commensaux vaudrait la peine d'être étudiée plus à fond. Tandis que beaucoup d'entre eux s'harmonisent avec le corail qu'ils habitent et forment un ensemble avec lui, d'autres sont en contraste net et cependant non pas inharmonieux, comme dans le cas d'un poisson jaune-or vivant avec un corail brun-rosé. D'autre part, certains — et ceci s'applique aux crabes, aux crevettes et aux poissons — adoptent un ensemble de coloris très étrange, qui jure tout-à-fait avec le ton d'ensemble de l'anémone ou du corail. Ces espèces présentent des variations sur une combinaison de couleurs — noir, écarlate et crème opaque vif, disposés en raies et qui les rendent très visibles. Cette combinaison de teintes se trouve chez les crevettes et les poissons dont il a été question avec le *Stoichactis* et également aussi chez certaines crevettes que nous vîmes un jour, en plongeant à environ 9 m de profondeur. Cette fois-là un corail d'environ 60 cm de large avait ses polypes ouverts de sorte que toute la colonie était couverte par une sorte de tapis de tentacules bosselés d'un brun sombre; au milieu de ces tentacules se trouvaient environ deux douzaines de ces crevettes rayées, de différentes tailles, présentant toutes ce curieux mouvement de balancement qui leur est caractéristique, et qui fait qu'elles semblent peigner les tentacules, et produisant un extraordinaire effet de ballet sous-marin brillamment coloré. Cette rayure se retrouve encore sur un petit crabe aux habitudes tout-à-fait particulières, que nous ne vîmes pas sur ces récifs australiens, mais plus tard sous des fragments de corail mort, sur quelques-uns des récifs autour de l'île Maurice. C'est le célèbre (mais rarement rencontré) *Melia tessellata*, dont l'habitude particulière consiste en ce qu'il transporte généralement avec lui deux petites anémones de mer, une dans chaque pince, qu'il brandit, lorsqu'il est en danger, comme si elles étaient des gants de boxe. Naturellement, les rapports entre les différentes espèces, dont nous venons de citer des exemples, ont fourni l'occasion d'étudier le comportement d'animaux de certains types — jusqu'à quel point ces associations sont mutuellement avantageuses pour leurs membres, jusqu'à quel point l'un exploite l'autre, et ainsi de suite. Bien qu'il y ait eu une certaine quantité de recherches expérimentales fournissant des réponses partielles à ces questions, il y a encore bien à faire dans ce domaine.

Etat actuel de la physique mathématique

N. F. MOTT

L'étude des phénomènes atomiques a montré que la mécanique newtonienne n'était pas universellement vraie. Lorsque l'on eût reconnu cela, il se développa un nouveau système d'équations appelé mécanique quantique. Il s'avéra que la mécanique newtonienne en était une forme particulière, valable pour des particules relativement grandes. Le professeur Mott discute l'influence des théories quantiques sur les développements récents de la physique et décrit certains phénomènes qui resteront peut-être inexplicables.

La période écoulée entre les deux guerres a été une période de progrès sensationnels en physique atomique. Elle a vu la première dislocation d'atome effectuée par l'homme; elle a vu aussi la découverte de plusieurs particules nouvelles, l'électron positif, le méson, et surtout le neutron, qui a conduit à la bombe atomique; mais peut-être, dans l'histoire de la science, s'en souviendra-t-on surtout à cause de la découverte du système d'équations, connu successivement sous les noms de mécanique quantique, mécanique ondulatoire, ou mécanique des matrices.

Le succès des lois de Newton fut si grand que jusqu'à notre siècle, la plupart des gens ont cru qu'elles étaient vraies pour tous les phénomènes qui constituent la physique. Nous savons maintenant, grace à Einstein, qu'elles ne sont plus valables pour des particules animées de grandes vitesses, comparables à celle de la lumière, et qu'on doit considérer la mécanique newtonienne comme un cas particulier de la mécanique relativiste plus générale, vraie seulement pour des particules animées de vitesses relativement faibles. Nous savons aussi que les lois de Newton ne sont pas vraies du tout pour les particules très petites et très légères (électrons, protons, neutrons) dont sont formés les atomes. C'est pour expliquer le comportement de ces particules que s'est développée la mécanique quantique, et l'on doit considérer là encore le système newtonien comme une forme particulière de la mécanique quantique, valable pour des particules lourdes telles que les balles de cricket, les projectiles, et les planètes. Mais il n'en reste pas moins vrai que la mécanique newtonienne, dans son domaine propre, demeure parfaitement satisfaisante. Par exemple, il ne viendrait à l'idée de personne de se servir des mécaniques quantique ou relativiste en balistique, pour calculer la trajectoire des bombes, des obus, ou des fusées; ces calculs introduiraient des corrections très éloignées de toute possibilité de mesure, et ainsi, la mécanique newtonienne reste vraie dans ce domaine. On peut en dire autant de la plupart des calculs astronomiques, tels que le calcul du mouvement de la terre et des planètes autour du soleil.

La mécanique quantique, comme la mécanique newtonienne, ne constitue pas la théorie ultime de la matière inerte, mais, comme la mécanique newtonienne, elle donne la réponse correcte à des questions pratiques, dans un domaine très vaste de phénomènes. Il comprend, tout d'abord, toute la chimie, la science des forces qui permettent aux atomes de se combiner entre eux pour former des molécules et des corps solides. La mécanique quantique rend compte avec assez de précision du comportement des faisceaux d'électrons, donc explique l'électronique en général, de même que la spectroscopie presque toute entière, et la production et les propriétés des rayons X. Ce n'est que dans ces domaines nouveaux, et, jusqu'à la bombe atomique, assez peu familiers, tels la physique nucléaire, l'énergie stellaire, et les rayons cosmiques, que se passent des phénomènes que la mécanique quantique n'arrivera peut-être pas à expliquer.

Ce sont les travaux de Rutherford et de Bohr, au début de ce siècle, qui ont établi le modèle nucléaire de l'atome sur une base solide. La caractéristique importante et bien connue de ce modèle est l'existence d'un noyau lourd, à charge positive, au centre de l'atome, et d'électrons qui gravitent autour. Les seules propriétés du noyau intéressantes en chimie et dans les sciences voisines sont sa masse, qui fixe le poids atomique de l'atome, et sa charge, qui fixe le nombre d'électrons extra-nucléaires (nombre atomique). C'est de ce nombre atomique que dépendent la position d'un élément dans la classification périodique, toutes ses propriétés chimiques, et, à part certains détails de structure fine, son spectre optique et son spectre de rayons X. La structure complexe

du noyau ne peut se révéler que dans les techniques spéciales des laboratoires de hautes tensions, ou dans la bombe atomique, et, sauf le cas des phénomènes de radioactivité naturelle, elle n'avait absolument aucune influence, pour autant que nous puissions le savoir, sur les propriétés de la matière vivante ou de la matière inerte, avant que les savants en aient commencé l'étude. A l'échelle cosmique, les phénomènes nucléaires sont, bien sûr, d'importance primordiale, étant la cause de la chaleur et de la lumière du soleil et des étoiles, mais il est remarquable de voir combien le noyau donne peu d'indications de sa structure intime dans le comportement de la matière sur la terre, en dehors des laboratoires de physqiue.

Il semble que la théorie connue sous le nom de mécanique quantique, ou mécanique ondulatoire, suffise complètement à expliquer le comportement des électrons extra-nucléaires. Cependant, il n'existe pas encore de branche relativiste de la théorie qui soit complètement satisfaisante, bien que, là aussi, on ait fait de grands progrès. Toutefois, dans les atomes et les molécules, les vitesses des particules sont petites comparées à celle de la lumière, et cela n'a pas d'importance pour les applications à la chimie et aux sciences voisines. Dans ce domaine, les prévisions théoriques semblent toujours concorder avec l'expérience. C'est avec cette théorie qu'on a pu calculer les niveaux d'énergie de divers atomes, l'énergie de liaison pour les molécules et les types de liaison chimique les plus simples, et la diffusion des faisceaux d'électrons par les molécules gazeuses. Les équations différentielles à résoudre sont compliquées, et il faut beaucoup de calculs numériques pour aboutir à une solution assez exacte, mais, cela fait, la concordance avec l'expérience est très satisfaisante.

Dans les quelques années qui ont suivi la découverte de la mécanique quantique, on a rapidement appliqué la théorie à tous les problèmes simples de physique atomique, avec un succès uniforme. C'est ainsi que Hylleraas et Heisenberg calculèrent le spectre de l'hélium, que Sommerfeld et Bloch expliquèrent les phénomènes essentiels de la conductivité métallique, que London et Heitler fournirent la première théorie complète de la liaison homopolaire. C'était un âge d'or pour le jeune chercheur, qui dominait peut-être plus facilement que ses aînés les idées de la nouvelle mécanique, et pouvait alors les utiliser pour expliquer des phénomènes inexplicables pendant un siècle. Cette période est maintenant terminée. L'intérêt de la mécanique quantique non relativiste, s'est désormais déplacé vers des problèmes compliqués de chimie physique ou organique, de métallurgie, de physique industrielle. Dans ces domaines, des expérimentateurs connaissant bien la mécanique quantique, ou des théoriciens très savants en physique et en chimie feront des progrès. Ce n'est pas un domaine pour le chercheur dont l'intérêt dans la question est surtout d'ordre mathématique. Il semble que l'étude, théorique et expérimentale, des défauts qui existent dans les solides, et de leur effet sur leur résistance soit un sujet particulièrement prometteur. Dans un pareil sujet, ni la théorie ni l'expérience ne peuvent avancer sans s'aider réciproquement.

Dans le domaine de connaissances où la mécanique quantique devrait être valable, le problème dominant encore non résolu est celui que pose le phénomène de la supra-conductivité, ou disparition de la résistance de certains métaux à basse température. Il est probablement vrai que presque tous les grands physiciens théoriciens ont, à quelque moment de leur carrière, essayé d'expliquer cette propriété, mais sans succès. Le problème du mouvement d'un grand nombre d'électrons agissant les uns sur les autres dans un métal, est évidemment extrêmement compliqué; on ne peut résoudre l'équation du mouvement sans introduire des simplifications considérables. Cela fait, les équations ne permettent pas de prédire quoi que ce soit d'analogue à la supra-conductivité et personne n'a encore pu dire si les solutions exactes en donneraient une explication.

Considérons maintenant le domaine de la physique nucléaire, et des rayons cosmiques, de l'intérieur des étoiles, et des particules de très grande énergie. C'est là qu'on doit trouver quelque chose de complètement nouveau; il ne s'agit pas, pour le théoricien, d'appliquer des lois connues à des phénomènes compliqués; car, dans ce domaine, les lois connues ne s'appliquent pas toujours, et il faudra introduire des modifications de nature fondamentale. Les difficultés sont de deux sortes — les contradictions qui surgissent dans la théorie pour des particules de vitesse voisine de celle de la lumière, le manque de connaissances sur les lois de force entre particules telles que protons et neutrons.

L'historique des tentatives de construction d'une forme relativiste de la mécanique quantique est très intéressant. C'est Dirac qui a fait le premier grand pas en avant, en montrant, en 1928, qu'on pouvait donner une généralisation relativiste de l'équation initiale de Schrödinger, si — et

seulement si — on supposait que l'électron avait un quatrième degré de liberté, le « spin », dont la spectroscopie avait déjà montré l'existence. Le succès de l'équation de Dirac fut brillant dans l'explication de l'existence du spin, et le calcul des phénomènes dûs au spin. Malheuresement, pourtant, elle prévoit l'existence des « états d'énergie négative »; selon la théorie de la relativité, l'énergie W d'une particule de masse m et de vitesse v est donnée par la formule:

$$W = mc^2/\sqrt{(1 - v^2/c^2)}$$

où c est la vitesse de la lumière, et l'équation de Dirac prévoit que les valeurs positives et négatives de la racine carrée sont également admissibles. On ne connaissait dans la nature rien d'analogue à un électron à énergie négative, et Dirac suggéra que les états à énergie négative étaient « remplis » par un continuum d'électrons qui ne révélaient en général leur présence qu'en maintenant les autres électrons en dehors. Cette hypothèse un peu forcée fut confirmée de façon étonnante par la découverte de l'électron positif, qui s'explique aisément comme une « lacune », où un électron est manquant dans le continuum. Néanmoins, l'ensemble de ces conceptions soulève de nombreuses difficultés, en particulier dans la théorie des interactions entre radiations et particules chargées à grande vitesse, comme dans les rayons cosmiques.

En physique nucléaire, apparaissent des difficultés d'une nature quelque peu différente. Toute la théorie quantique qui a réussi pour les électrons extra-nucléaires est fondée sur l'hypothèse qu'électrons et protons s'attirent mutuellement et que les électrons se repoussent mutuellement, selon la loi de l'inverse carré. Cependant, le noyau n'est pas constitué d'électrons et de protons, mais, selon les théories les plus récentes, de protons et de neutrons. Le nombre de protons sera donc égal au nombre atomique, et on ajoutera ce qu'il faudra de neutrons pour arriver au poids atomique. On ne sait rien, *a priori*, sur la nature ou la grandeur des interactions entre protons et neutrons, et il est difficile de savoir pour le moment si la mécanique quantique s'applique ou non au noyau sous sa forme actuelle. Il est sûr que certains de ses aspects qualitatifs restent valables, en particulier l'existence de niveaux d'énergie quantifiés; mais pourtant, on ne sait pas encore s'il serait possible de calculer, à partir d'une loi d'interaction connue, par exemple l'énergie mise en jeu dans la combinaison de deux protons avec deux neutrons pour former une particule α.

Actuellement, l'une des directions de recherches les plus intéressantes et les plus prometteuses semble être la tentative faite pour relier l'interaction entre proton et neutron à l'existence de la nouvelle particule chargée, le méson, de masse intermédiaire entre proton et neutron, dont on a montré l'existence dans les rayons cosmiques. Pour le moment, il existe un certain nombre de théories d'interaction faisant intervenir le méson, mais aucune ne s'accorde complètement avec l'expérience.

Un article sur l'état actuel de la physique théorique serait incomplet sans une mention des conséquences philosophiques du sujet, bien que cet article me laisse peu de place pour une question aussi vaste, et bien que toute remarque soit inévitablement influencée par les préjugés de l'auteur. Toutefois, dans mon opinion, on doit considérer que le fameux « principe d'incertitude » de Heisenberg, gardera sa place dans la science. L'hypothèse qu'il est impossible de mesurer simultanément la position et la vitesse d'une particule est dans l'âme de la théorie quantique, et toute tentative de l'en séparer, démolirait la théorie toute entière. Elle ne s'est pas introduite comme conséquence d'une limitation temporaire de la précision de nos instruments de mesure, mais bien plus, comme une conséquence directe de certains faits expérimentaux (diffraction électronique) que l'on ne peut expliquer de façon rationnelle sans le principe d'incertitude. La tendance actuelle des développements modernes, particulièrement ceux de l'Ecole de Copenhague, est plutôt d'étendre le champ d'action du principe que de le restreindre.

Il est par conséquent hautement improbable que la physique revienne jamais au point où l'on pouvait croire que le futur était contenu dans le présent, dans le sens qu'un bureau de calculs suffisamment bien équipé aurait la possibilité de calculer le futur, en connaissant les mouvements de toutes les particules dans l'univers au moment présent. Les équations de la physique mathématique ferment la porte à cette ambition, quelle que soit l'aide que puisse lui apporter notre imagination. L'apport philosophique des découvertes récentes est donc plutôt négatif; il faudra peut-être retirer certaines allégations du siècle dernier sur la nature mécanique de l'univers, ou, en tout cas, ces allégations ne peuvent plus se réclamer de l'autorité de la science. On peut en tirer aussi des conclusions positives, mais elles appartiennent à la philosophie, et sortent du domaine d'un article sur l'état actuel de la physique théorique.

Les moisissures et la guerre dans les régions tropicales

G. SMITH

Les dégâts mobiliers causés par les agents biologiques et, entre autres, par les moisissures qui sont parmi les nuisibles, ont une importance économique considérable, même dans les climats tempérés. Aux tropiques, où la combinaison de chaleur et d'humidité est en général idéale pour la croissance des moisissures, leur action destructrice peut devenir tout-à-fait grave. Ce fait a été mis en évidence de façon très frappante au cours de la dernière guerre.

Pendant la première période de la guerre en Extrême-Orient les pertes de matières alimentaires, de vêtements, d'abris, d'outils, d'armes, de munitions et, en particulier, de nombreux instruments de précision employés dans les armées modernes, attinrent un taux alarmant. Un pourcentage élevé des pertes était dû à l'action d' agents biologiques, et surtout de moisissures.

L'apparition de moisissures est toujours associée à une atmosphère humide, et plus l'humidité relative est grande, plus la croissance est rapide et plus la micro-flore est variée. Dans les jungles de Birmanie et des îles du Pacifique où eurent lieu la plus grande partie des combats, l'humidité relative peut varier entre 90 et 100% pendant des périodes de temps considérables, avec une très faible variation diurne et nocturne.

Dès les débuts de 1943, le Ministère de la Production lança un programme de recherches sur des méthodes de protection contre les conditions atmosphériques tropicales. Un certain nombre de comités consultatifs furent formés, composés de représentants des divers services armés et des organisations scientifiques. Une chambre d'essais fut équipée à la London School of Hygiene and Tropical Medicine. Au début on ensemençait fortement la pièce avec un certain nombre d'espèces de moisissures rencontrées dans les entrepôts des tropiques. Cependant on s'aperçut bientôt qu'une micro-faune, constituée surtout par des acariens, avaient formé des colonies dans la chambre où les conditions de chaleur et d'humidité leur étaient favorables, et l'ensemencement devint inutile, ceux-ci propageant efficacement les spores de moisissures. Il fut établi que le meilleur procédé d'essai de centaines de petits échantillons consistait à les faire incuber dans des récipients de verre contenant de l'eau, de façon à maintenir une atmosphère saturée. Cette incubation se faisait dans des chambres à température constante de 30° C, et des échantillons témoins étaient toujours ensemencés.

Au début l'équipement original fut suffisant pour répondre aux besoins du programme de recherches, mais peu à peu les demandes des services armés augmentèrent à tel point que le travail dut être réparti entre divers établissements et il devint nécessaire de construire d'autres chambres expérimentales. Ces études n'étaient pas limitées à l'Angleterre; des recherches parallèles avaient été entreprises en Australie et aux Etats-Unis.

ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE

Le premier problème d'urgence étudié se rapportait à la présence de moisissures dans les appareils de télégraphie sans fil et autres instruments de ce genre. La figure 1 montre une partie de l'intérieur d'un appareil de T.S.F. de l'armée attaqué par les moisissures et sur lequel on peut voir clairement des torons d'hyphe réunissant diverses parties de l'appareil. Ce genre de dégâts se produit généralement pendant l'emmagasinage, avant la distribution des appareils, la chaleur considérable qui se dégage à l'usage étant généralement suffisante pour le sécher et tuer la plupart des moisissures. S'il n'y a pas de longs intervalles d'inaction, les moisissures qui pourraient se développer n'atteindraient jamais le degré montré par la photographie. Il y a rarement destruction directe des isolants, même lorsque le développement des moisissures est très étendu, mais le danger réside dans le fait qu'il peut se produire des fuites entre les circuits à haute tension le long des hyphes chargées d'humidité.

Il n'est pas aisé de fabriquer des appareils de T.S.F. protégés contre les moisissures, mais on a

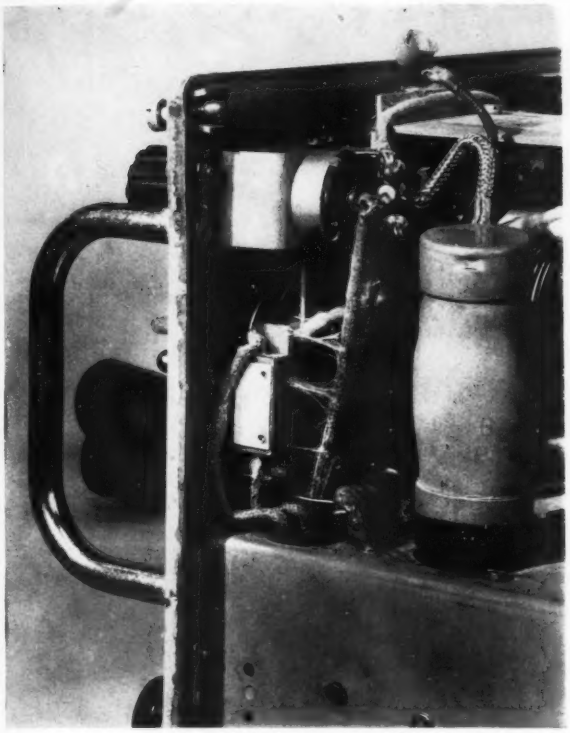


FIGURE 1 – *Moisissures dans un appareil de T.S.F. Des lignes d'hyphes connectent diverses parties.*

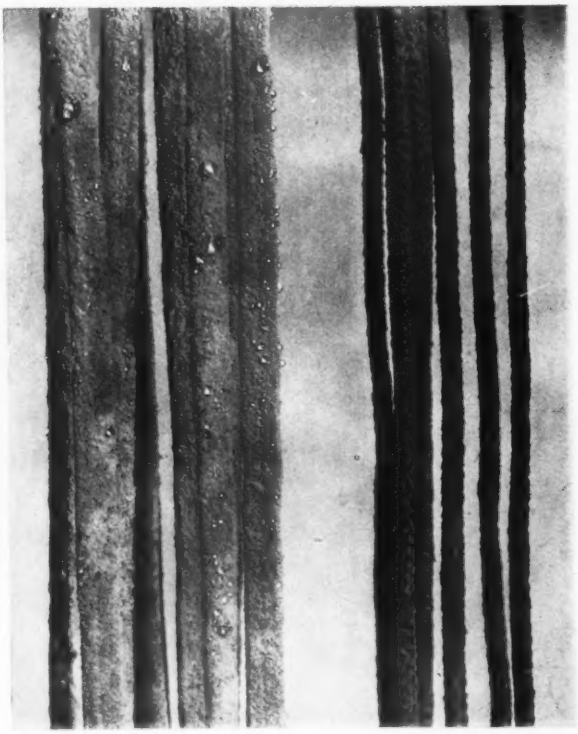


FIGURE 2 – *Lacets de chaussure tissés, après incubation dans une « chambre tropicale ». A gauche: Non-traités. A droit: Traités au chrome.*

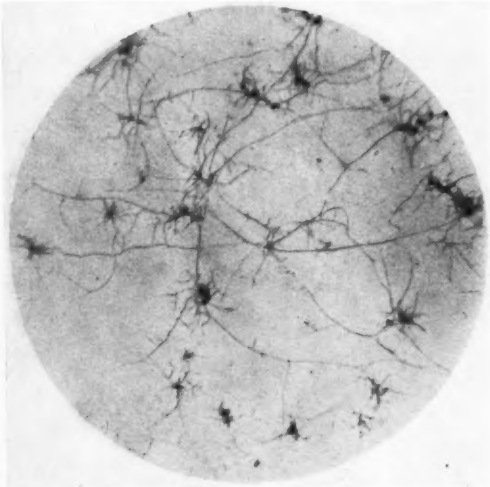


FIGURE 3 – *Moisissures sur un prisme.* (× 25)

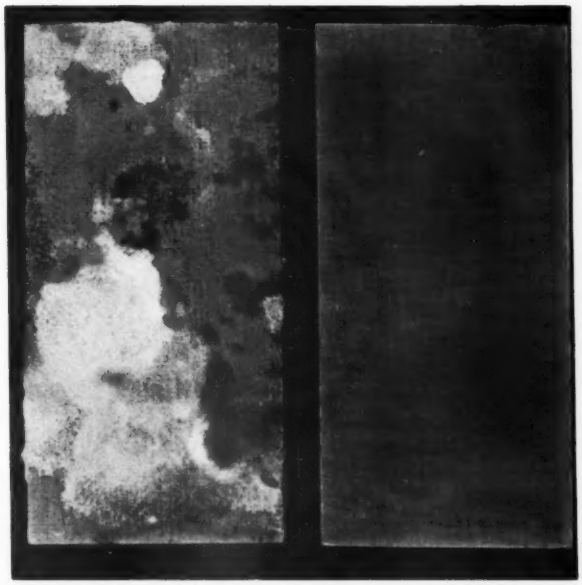


FIGURE 4 – *Bakélite sur support de tissu. A gauche: Tissu non-dégraissé. A droite: Tissu dégraissé.*

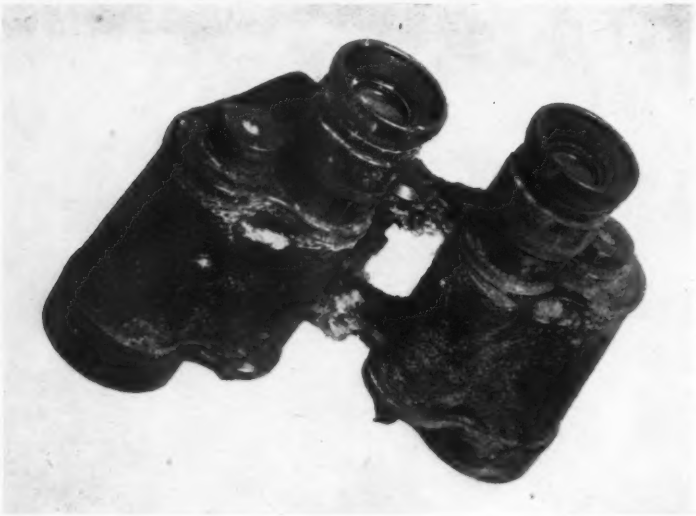


FIGURE 5 – *Jumelles munies de capsules contenant du gel de silice, après exposition de deux mois à l'atmosphère tropicale. L'extérieur est rouillé et légèrement moisi. L'intérieur est en bon état.*

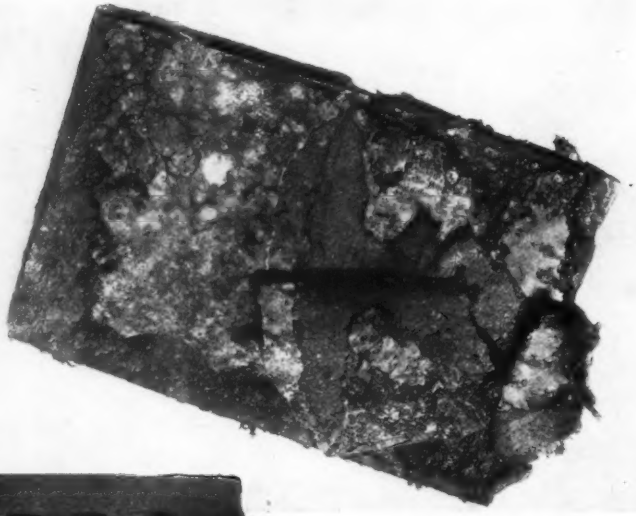


FIGURE 6 – *Manuel d'instruction presque complètement détruit par les moisissures et l'humidité.*

FIGURE 7 – *Tubes de munitions en papier roulé. A gauche: Colle à la caséine. A droite: Colle à la formaldéhyde urée.*

fait un grand progrès dans cette direction en employant pour leur construction des matières ne pouvant servir d'aliment aux moisissures. Les changements les plus importants ont été l'emploi sur les fils conducteurs d'isolants en matières plastiques (en particulier le chlorure polyvinylique, « P.V.C. »), une soigneuse sélection des cires et autres composés d'imprégnation, l'élimination complète des isolants et des garnitures en liège, l'emploi de peintures contenant des fongicides et l'emploi de plastiques en feuilles limité à ceux qui contiennent des matériaux inertes ou convenablement protégés. Toutefois ces modifications de fabrication ne peuvent résoudre qu'une partie du problème, et pour assurer la protection d'appareils déjà construits et distribués on a imaginé des méthodes de peinture et d'enduisage à l'aide de vernis contenant un fongicide. Ces vernis sont d'une application difficile, parce qu'il faut au préalable masquer les contacts métalliques, et l'on n'obtient pas finalement une protection permanente. Cependant, si l'application est faite intelligemment, elle assure une réelle économie de matériel.

TISSUS

Des tissus de toutes sortes entrent dans la construction de tant d'articles d'équipement qu'ils ont évidemment fait l'objet de nombreuses recherches. On avait heureusement entrepris beaucoup d'études sur ce sujet avant la guerre. Elles étaient faites en particulier par la British Cotton Industries Research Association, et la solution des problèmes de guerre se réduisait souvent à une adaptation des connaissances acquises plutôt qu'à la découverte de nouvelles méthodes. L'emploi du « Shirlan » (anilide salicylique) est très général pour les vêtements et la literie, c'est-à-dire dans des cas où les tissus doivent être protégés durant le transport ou l'emmagasinage mais qui sont, par la suite, fréquemment lavés. La situation devint bientôt sérieuse, vu les nombreuses applications de « Shirlan » pendant la guerre, et il fut nécessaire de chercher des produits de substitution. Des essais montrèrent que l'on pouvait fonder beaucoup d'espoirs sur certains composés employés comme accélérateurs dans l'industrie du caoutchouc, et l'un d'eux en particulier, un mercaptobenzothiazol, se montra aussi efficace que le «Shirlan».

Si bons soient-ils, ces antiseptiques ne peuvent être employés pour des tissus destinés normalement à être exposés aux intempéries. Pour les toiles à sangles, les housses en toile imperméable, et les tissus pour tentes, l'oxyde chromique se compare avantageusement avec tous les autres produits essayés jusqu'à présent (voir figure 2). Dans le cas de certains tissus on l'emploie seul, à la dose d'environ 1% du poids du tissu; mais plus généralement on l'emploie en mélange avec de l'oxyde ferrique, sous forme d'un produit connu sous le nom de « Khaki minéral ». Pour les toiles imperméables plus lourdes, comme les bâches, et pour les cordes, on emploie généralement le naphténate de cuivre.

Pour tous les tissus à base de cellulose une excellente méthode qui permet d'augmenter considérablement la résistance aux moisissures consiste à les dégraisser par ébullition avec une solution à 1% de soude pendant un minimum d'une heure. Il existe très peu d'organismes capables d'attaquer la cellulose pure, et ce qui rend les tissus susceptibles de moisir est la présence de petites quantités de matière plus facilement utilisables comme éléments nutritifs, soit dans l'apprêt employé pour le tissage, soit parmi les constituants noncellulosiques naturels de la fibre elle-même. Bien des moisissures n'attaquent pas du tout la cellulose et vivent uniquement aux dépens de ces impuretés; quant à celles qui peuvent détruire rapidement la cellulose, elles ne peuvent le faire que si elles trouvent en même temps certains sels métalliques. La figure 4 montre l'efficacité remarquable de l'échaudage. Les photographies ont été prises après incubation de quatre semaines en atmosphère tropicale.

LE PAPIER

Le papier entre dans une large mesure dans les fournitures de l'armée sous forme de papeterie, de manuels d'instruction, d'emballage, d'étiquetage et aussi sous forme de boîtes de munitions. La plupart des variétés ordinaires de papier perdent presque toute leur résistance par exposition à une atmosphère humide par l'action même de l'humidité, avant que les dégâts dûs aux moisissures ne soient visibles. Cependant il est souvent possible de sécher un papier qui n'est qu'humide, mais si l'envahissement par les moisissures est étendu, le mal est irréparable. La figure 6 montre un manuel d'instruction réduit à l'état de pâte par l'action combinée des moisissures et de l'humidité. Pendant la guerre une grande partie des recherches a donc été consacrée à la fabrication de papiers qui, même mouillés, conserveraient leur solidité, et aux méthodes de protection contre les moisissures. Les étiquettes étaient traitées, avec de bons résultats, par des solutions aqueuses de pentachlorophénate de

sodium, tandis que les papiers d'emballage étaient traités au cuivre par le procédé au cuproammonique ou sous forme de naphténate de cuivre. Dans le cas de boîtes en carton, le point faible est souvent constitué par l'adhésif, et le remplacement de ceux des anciens types par des adhésifs modernes à base de matières plastiques, telles que les polymères de la formaldéhyde urée, constitue un grand progrès (figure 7).

LE CUIR

La susceptibilité du cuir à l'attaque par les moisissures dépend en grande partie du mode de tannage. Le cuir au tanin végétal, comme on ne le sait que trop, se couvre rapidement de moisissures dans des conditions de température et d'humidité bien moins dures que celles des tropiques. Le cuir tanné au chrome, d'autre part, résiste presque complètement, ce qui correspond à l'action protectrice de l'oxyde chromique vis-à-vis des tissus. Les cuirs semi-chromés, comme on devait s'y attendre, présentent des qualités de résistance intermédiaires. Malheureusement le cuir chromé présente des propriétés physiques qui le rendent impropre à certains usages — les semelles de chaussures par example — et d'autre part, sa production limitée pendant la guerre ne suffisait qu'à la fabrication d'une partie du matériel en cuir.

On sait peu de chose jusqu'à présent sur l'effet des moisissures sur le cuir, mais ce problème est étudié actuellement par la British Leather Manufacturers' Association. Il est certain que des cultures luxuriantes peuvent être nettoyées, et le cuir ne semble rien avoir perdu de sa résistance et de sa souplesse. Toutefois les objets moisis sont d'un maniement désagréable et, dans le cas de vêtements en particulier, demandent à être fréquemment nettoyés. Lorsqu'il s'agit de grandes quantités d'équipement, les dégâts doivent être estimés en heures de travail d'entretien. Les moisissures sur les étuis d'instruments, en particulier ceux qui contiennent des instruments d'optique, présentent encore plus de gravité puisqu'elles peuvent se propager au contenu et, de plus, peuvent attirer des mites. La majorité des accidents mécaniques dans l'équipement de cuir peut être imputé soit au cuir qui pourrit au contact du fer, soit à la rupture des coutures par moisissures. Il est essentiel que tout fil employé dans la fabrication d'articles en cuir ait été traité de façon convenable, de préférence par imprégnation par l'oxyde chromique.

De nombreuses expériences furent effectuées dans le but de déterminer l'efficacité de diverses substances en tant que protecteurs pour les cuirs au tanin végétal et pour trouver leur meilleur mode d'application. Les produits organiques au mercure, solubles dans l'huile, qui s'étaient révélés les produits fongicides les plus puissants dans d'autres cas, furent essayés les premiers, mais donnèrent des résultats inconstants. Parmi les substances essayées, la meilleure est, sans aucun doute, le *p*-nitrophénol qui, ajouté à la dose de 0,3% (calculé par rapport au poids du cuir) lui confère un degré de résistance élevé. L'antiseptique peut être incorporé en cours de fabrication, mais dans bien des cas il est préférable de l'appliquer au produit fini en assurant ainsi la protection des sections. On l'emploie sous forme de solution à 1% dans l'alcool méthylique ou dans un mélange à parties égales d'alcool et d'eau, et on l'applique à la brosse ou au pistolet jusqu'à ce que l'on ait ajouté la quantité voulue. On peut encore traiter les articles avec du dégras contenant 1% de l'antiseptique, mais ce mode d'application est plutôt moins bon. Toutefois dans bien des cas c'était la seule méthode applicable lorsqu'il s'agissait de matériel de fabrication antérieure aux nouveaux procédés de traitement en cours de fabrication. Lorsque l'on ne peut se procurer de *p*-nitrophénol, un autre antiseptique recommandable est le β-naphtol. On l'applique de la même façon que le *p*-nitrophénol, mais il est moins efficace.

APPAREILS D'OPTIQUE

L'un des problèmes les plus intéressants, mais aussi l'un des plus difficiles à résoudre, est celui de la présence de moisissures dans les instruments d'optique. C'est un problème très ancien et qui a fait, avant la guerre, l'objet de recherches assez spasmodiques, mais en temps de paix l'entretien et la remise en état des instruments sont relativement aisés; de plus le nombre d'appareils en usage n'est qu'une fraction de ce que l'on emploie en temps de guerre.

Le verre ne contient aucun des éléments servant d'aliments aux moisissures, et certainement aucun des éléments essentiels, carbone ou azote, et cependant des instruments d'optique tels que jumelles, téléscopes, microscopes, télémètres et appareils de visée, deviennent souvent inutilisables après quelques mois dans les tropiques. Sans aucun doute les moisissures proviennent le plus souvent de matières organiques, mortes ou vivantes, parvenant à s'introduire dans des instruments imparfaitement scellés. Les coupables vivants sont les

mites qui abondent dans les forêts tropicales et qui font leur chemin au travers des ciments qu'elles mangent ou en se glissant le long du pas de vis imparfaites. Elles transportent des spores sur leur corps velu, et comme elles meurent souvent dans leur cachette, faute de nourriture, elles servent d'aliment aux moisissures. Cependant dans bien des cas on voit les moisissures se développer sur des surfaces de verre sur lesquelles on ne peut déceler ni poussières ni mites. Dans ce cas la colonie est peu importante et se compose généralement d'un réseau de filaments fins, sans spores. Cela suffit cependant pour nuire à la netteté ou au champ de vision si les moisissures se trouvent sur le réticule. On peut voir sur la figure 3 un cas assez typique de développement de moisissures sur un prisme de verre propre, les points noirs étant constitués par des amas de mycelium et non pas par de la poussière.

Ces colonies sont souvent tout-à-fait superficielles et peuvent être aisément enlevées par nettoyage, mais parfois le verre est nettement attaqué et doit être repoli pour donner une transmission normale. Même lorsqu'il n'y a pas eu attaque, le nettoyage et l'assemblage sont des travaux d'experts et peuvent difficilement être effectués ailleurs que dans un atelier.

Il est relativement facile de protéger les appareils à foyers fixes. S'ils ont été bien faits et assemblés dans une atmosphère sèche, les moisissures ne peuvent s'y développer que si les joints sont détruits. Par contre, tous les appareils à foyer réglable respirent en quelque sorte à cause de l'action aspirante du dispositif de mise au point — de l'air humide est aspiré à l'intérieur de l'appareil ammenant peu à peu l'humidité relative de l'air qui y est contenu au degré de l'atmosphère extérieure. Il est très difficile d'assurer qu'aucune spore ne pénètre dans un appareil au cours de sa fabrication, et s'il s'en trouve, elles germeront aussitôt que l'humidité relative atteindra le point critique (environ 75%). De plus, les luts employés pour sceller les lentilles dans les cellules, et les plaques de couverture sur le corps des appareils, sont susceptibles de sécher et de craquer par temps sec, puis lorsque l'humidité revient, ils laissent entrer non seulement l'humidité mais aussi des spores de moisissures. La seule solution parfaitement satisfaisante au problème réside probablement dans la modification complète de presque tous les appareils d'optique de façon à assurer une étanchéité parfaite même avec dispositif de mise au point. Toutefois, le problème pendant la guerre était de prolonger la vie de milliers d'instruments déjà en usage ou en cours de fabrication.

Le point essentiel était d'assurer que toutes les parties de l'instrument, autres que le système optique proprement dit, soient rendues inattaquables par les moisissures. On révisa les formules des luts, des graisses, des peintures, des laques, de telle sorte qu'elles ne contiennent aucun ingrédient pouvant servir de nourriture à une moisissure, ce qui entraînait l'essai d'un très grand nombre d'échantillons dans le but d'arriver à combiner l'immunité avec toutes les propriétés physiques requises. Finalement, on fit de nombreux essais dans le but de protéger le verre.

Une méthode qui à été très soigneusement étudiée consiste à munir l'instrument de petites capsules contenant un antiseptique volatil. Ces capsules, qui se vissent de l'extérieur de façon à être aisément remplaçables, sont munies de diaphragmes en verre aggloméré au travers desquels la vapeur peut diffuser sans danger qu'une particule solide se détache. Cette méthode, théoriquement attrayante, est limitée pratiquement par la difficulté qu'il y a à trouver un antiseptique idéal. Celui-ci doit être volatil, mais pas trop. La vapeur doit être sans action sur les métaux employés pour la construction des appareils ainsi que sur les ciments ou luts. Les meilleurs produits trouvés jusqu'à présent sont l'acétate de *m*-crésol (employé d'abord en Amérique sous le nom de « cresatin ») et le thymol, mais ni l'un ni l'autre n'est sans inconvénients.

Un autre moyen de protection essayé consiste à insérer dans les appareils des capsules contenant un gel de silice destiné à maintenir l'humidité relative de l'air inclus au-dessous du point auquel les moisissures peuvent croître. Des expériences faites en Grande-Bretagne ont montré que des quantités extrêmement faibles du produit dessicateur, telles qu'elles peuvent être très facilement insérées dans l'appareil sans intervenir dans la transmission de la lumière, conservent leur activité pendant plusieurs mois, même lorsque le joint n'est pas parfait (figure 5).

Jusqu'à présent les essais pratiques n'ont pas été faits en nombres suffisants pour déterminer laquelle des deux méthodes offrira la meilleure protection en service, mais on a des raisons de croire qu'avec le perfectionnement des méthodes employées pour sceller les instruments on parviendra à donner une protection suffisamment durable à l'aide de corps desséchants.

Les baleines et la pêche à la baleine

L. HARRISON MATTHEWS

Par leur taille seule les baleines ont toujours attiré l'attention des gens les plus indifférents, et depuis longtemps leur structure particulière et leurs mœurs presque inconnues ont intéressé le zoologiste. Leur valeur du point de vue économique n'a pas échappé non plus au monde des affaires, tandis que les émotions et les dangers de leur chasse ont attiré les caractères aventureux. C'est sur ce sujet fascinant que le Dr Matthews écrit cet article, avec l'autorité d'un homme qui a étudié sur place la vie et les mœurs des baleines.

Les baleines forment un groupe distinct de tous les autres mammifères. Leurs tout premiers ancêtres, il y a plus de cinquante millions d'années, étaient des quadrupèdes terrestres, mais le processus d'évolution au cours de cette immense période de temps en a fait des animaux en forme de poissons, à membres antérieurs semblables à des nageoires et dépourvus de membres postérieurs externes.

Il existe de nombreuses sortes de baleines, mais elles se rangent naturellement en deux groupes principaux, les baleines dentées et celles à fanons, qui diffèrent surtout en ce qui touche à leur alimentation. Les baleines à dents sont munies de dents qui leur servent à saisir leur proie, qui consiste en poissons ou même, probablement plus encore, en céphalopodes tels que le calmar ou la seiche. Ces dents, à l'encontre de celles de la plupart des mammifères, sont toutes semblables, pointues et en forme de cheville. Chez plusieurs types de baleine elles sont aussi beaucoup plus nombreuses que chez les autres mammifères, mais il en existe qui en ont un nombre réduit: le grand cachalot, par exemple, n'a de dents qu'à la mâchoire inférieure, et lorsque la bouche est fermée, celles-ci s'emboîtent dans des alvéoles correspondantes dans la gencive de la mâchoire supérieure. Chez quelques-unes des petites espèces de baleines, le nombre de dents se trouve encore réduit à une seule paire, placée à la pointe de la mâchoire inférieure.

Le mode d'alimentation de la baleine à fanons est tout-à-fait différent. Elles n'attrapent pas de proies séparées mais filtrent l'eau de mer pour en extraire en bloc toute l'infinie variété de petits organismes désignés collectivement sous le nom de « plancton ». Le plancton se compose de toutes les petites plantes et de tous les petits animaux, dont beaucoup sont microscopiques, qui flottent en quantités considérables dans les couches supérieures de l'eau de mer; leur grande abondance est mise en évidence par le fait que les plus grosses baleines s'en nourrissent presque uniquement. Le système de filtrage du plancton par les baleines à fanons est tout-à-fait particulier. Dans la mâchoire supérieure, à la place où sont les dents supérieures chez les mammifères ordinaires, on trouve une série de plaques fibreuses cornées, placées en biais de chaque côté. La face interne des plaques est effilochée en fibres séparées de façon à former de chaque côté de la bouche une sorte de tapis fibreux supporté par les plaques. Lorsque la baleine veut se nourrir, elle remplit sa bouche d'eau de mer pleine de plancton, elle ferme la bouche, soulève la langue de telle sorte que l'eau est repoussée à travers le tapis, entre les plaques de fanons et chassée au dehors entre les lèvres, sur les côtés. Le plancton ainsi laissé sur le tapis filtrant formé par les fibres des fanons peut alors être avalé.

En plongée, les baleines à fanons restent normalement sous la surface de cinq à quinze minutes et les baleines dentées de trente à soixante minutes, mais toutes peuvent prolonger considérablement ces durées si cela leur est nécessaire. Le plongeon le plus profond qui ait été mesuré dans le cas d'un baleinoptère dépassait 350 mètres, et l'on a vu un cachalot plonger à 900 mètres. Lorsqu'un homme descend dans un scaphandre, on lui pompe de l'air à une pression légèrement supérieure à celle de la colonne d'eau qui le surmonte; l'azote de l'air se dissout dans son sang et dans ses tissus jusqu'à saturation s'il reste suffisamment longtemps sous une pression convenable. En remontant à la surface, la pression décroît et son sang et ses tissus deviennent sursaturés: le gaz en excès apparaît sous forme de petites bulles qui bloquent les petits vaisseaux sanguins et s'accumulent dans les tissus en produisant le mal des caissons. Si la diminution de pression est suffisamment élevée et rapide, elle produit une douleur intense et peut amener la mort du

sujet. Lorsqu'un scaphandrier est resté immergé un certain temps à une profondeur considérable, son retour à la surface doit être effectué graduellement afin de permettre à l'excès de gaz d'être éliminé des tissus et empêcher qu'il ne devienne un siphon vivant. Comment se fait-il alors que les baleines puissent plonger avec une quantité d'air suffisante pour leur permettre une activité prolongée et comment ne succombent-elles pas au mal des caissons? Le fait n'est pas encore très clairement expliqué, mais les derniers travaux de l'Institut de Recherches sur les Baleines, à Oslo, ont jeté une certaine lumière sur le sujet. Plusieurs facteurs entrent en jeu dans le plongeon prolongé. Au cours de la plongée, le taux métabolique de la baleine est réduit de telle sorte que la consommation du corps en oxygène est fortement diminuée — elle tombe à environ 30% du taux normal. La myoglobine des muscles peut fournir jusqu'à un tiers de la réserve naturelle du corps en oxygène et le réseau compliqué des vaisseaux sanguins — la *retia mirabilia* — fonctionne comme un système de dérivation artéro-veineux et le sang ne circule pas dans les muscles pendant la plongée. De plus, la quantité d'oxygène extraite de l'air pendant la respiration en surface est particulièrement élevée. Quant à la plongée profonde et au mal des caissons, contrairement à l'homme qui reçoit un courant d'air constant et remplit et vide continuellement ses poumons pendant qu'il est au fond de l'eau, la baleine n'emporte en plongeant que les gaz dissous dans ses tissus et l'air contenu dans ses poumons. La sécurité de la baleine aux grandes profondeurs est basée sur le fait que les poumons deviennent comprimés au point que l'air est refoulé des parties où se produit l'absorption. A une profondeur de 100 mètres, la compression des poumons de la baleine est si considérable que les alvéoles dans lesquelles se produisent les échanges gazeux sont complètement affaissées et que la totalité de l'air est envoyée dans les tubes rigides des bronches, de la trachée et des conduits nasaux où la vitesse d'invasion de l'azote est négligeable. La baleine peut alors revenir rapidement à la surface sans danger d'embolie gazeuse.

L'homme primitif lui-même savait apprécier la valeur de la baleine, comme le prouvent les ossements que l'on trouve parfois dans les kjoekkenmoeddings ou les sites de huttes; en fait, une baleine échouée devait être considérée comme une aubaine par les habitants des côtes. Sans aucun doute la viande fournie par la baleine a constitué tout d'abord le principal attrait, mais depuis plusieurs siècles la valeur des baleines provient de l'huile que l'on peut en extraire. Lorsque l'homme eût réussi à construire des embarcations capables de tenir la mer, il ne tarda pas à découvrir que les échouages fortuits pouvaient être complétés en chassant délibérément les baleines sur la plage. Cette chasse primitive subsiste dans les Iles Féroé et Shetland où, de nos jours encore, des bandes de baleines pilotes, qui sont une espèce relativement petite et ne dépassent pas 9 m de longueur, sont chaque année chassées sur les rivages, où quelques centaines d'entre elles échouent pour être ensuite tuées et découpées sur place, et les morceaux bouillis pour en extraire l'huile. Au moyen-âge les Basques entreprirent une pêche avantageuse en s'embarquant dans de petits canots pour chasser et capturer la baleine franche de l'Atlantique qui se déplace relativement lentement et voyage près des côtes, et ceci avec un succès tel qu'ils les exterminèrent presque le long de leurs rivages. Ils ne les chassaient pas sur la plage, mais avaient imaginé la technique du harponage à l'aide de tridents barbelés attachés au canot par une ligne, puis ils les tenaient en haleine jusqu'à épuisement tel qu'il était possible de s'en approcher et de les tuer d'un coup de lance. Les baleines mortes étaient alors remorquées sur le rivage, où on les découpait.

Lorsque le nombre des baleines diminua par suite de la chasse excessive, ces hommes entreprenants armèrent des navires qui leur permettaient d'aller plus loin à la poursuite de leur proie. La base d'opération était donc simplement transférée de la plage au navire, la chasse proprement dite étant faite comme auparavant dans de petits canots amenés du navire. Bientôt les baleines franches furent si rares au voisinage des côtes tempérées d'Europe que les longs voyages vers d'autres latitudes devinrent une pratique courante. Là, les baleiniers virent leur audace à nouveau récompensée par la découverte dans le Cercle Arctique d'une nouvelle espèce de baleine, la baleine franche du Groenland, qui donnait une quantité d'huile plus grande que toutes les autres espèces. Pendant tout le XVIIème et le XVIIIème siècles une importante flottille de baleinières — françaises, hollandaises, anglaises et scandinaves —partait régulièrement à la chasse à la baleine, vers le nord, quelques-uns des navires extrayant leur huile sur les rivages de lieux tels que le Spitzberg, Jan Mayen ou l'Ile des Ours, d'autres se contentant de mettre en tonneaux le lard de baleine coupé en petits morceaux pour le rapporter et le traiter dans leur pays. Après la première partie du XIXème siècle la chasse à la

baleine dans les mers du nord déclina rapidement, les baleines du Groenland devenant rares, et vers la fin, seul le prix élevé des fanons la maintint. Cette industrie reçut le coup de grâce avec la disparition de la crinoline et la substitution de buscs en acier aux baleines de corset; de ce fait, depuis le début du XXème siècle les voiliers ne vont plus chasser la baleine franche de l'Arctique.

Sur les côtes de la Nouvelle-Angleterre et du Connecticut, en Amérique, une semblable évolution eût lieu au cours du XVIIIème siècle, mais la chasse était dirigée non seulement contre les baleines franches de l'Arctique, mais encore contre le cachalot des mers tempérées et tropicales. Durant la première partie du XIXème siècle une large flotille de baleinières américaines parcourait tous les océans; la guerre civile et le développement de l'industrie pétrolière causèrent la ruine de l'industrie baleinière américaine, dont les dix premières années du siècle actuel virent la fin. Au cours de la seconde partie du XIXème siècle les expéditions baleinières devinrent de plus en plus longues, les navires restant absents jusqu'à cinq années, durant lesquelles ils poursuivaient les baleines franches dans les régions arctiques et antarctiques de l'Atlantique comme du Pacifique, passant également des mois à la recherche de cachalots dans les eaux tropicales. C'est au cours de ces longs voyages que les Américains développèrent la méthode, adoptée ensuite par les baleiniers des autres pays, consistant à séparer l'huile à bord du navire, dans des fondoirs construits sur le pont. Ces fondoirs se composaient d'une série de chaudières fixées dans des supports en maçonnerie, et le combustible employé était la masse fibreuse, imprégnée d'huile, qui restait après que l'huile avait été séparée du lard.

La chasse à la baleine à l'aide de harpons, lancés de canots mis à la mer par les voiliers, était réservée à quelques espèces telle la baleine franche et le cachalot, qui sont les seules qui flottent lorsqu'elles sont mortes. D'autres espèces et les espèces plus volumineuses ne pouvaient être chassées de cette façon à cause de leur taille et de leur vivacité, qui rendait l'approche trop difficile et dangereuse. De plus, elles s'enfoncent une fois mortes et entraîneraient au fond de l'eau tout canot qui aurait eu l'imprudence de s'attacher à elles. Mais l'existence d'un grand nombre de variétés plus volumineuses de baleines, collectivement appelées Rorquals, et connues individuellement sous les noms de baleine bleue, baléinoptère, et baleine à bosse qui ne subissaient pas les attaques des baleiniers, attirèrent, aux environs de 1890, l'attention de Svend Foyn, un Norvégien à l'esprit inventif. Foyn, réalisant qu'il fallait employer des méthodes tout-à-fait nouvelles, fabriqua un harpon de grandes dimensions, lancé par un canon placé à l'avant d'un petit vapeur, et attaché à une grosse corde. L'emploi d'un bateau à vapeur lui donnait la vitesse nécessaire pour approcher les Rorquals, et le harpon massif avec sa corde épaisse étaient suffisamment forts pour les retenir lorsqu'ils étaient touchés. Il imagina de plus un harpon à tête explosive, réglée de façon à exploser quelques secondes après être entré dans le corps de la baleine, qui était paralysée si elle n'était pas tuée du coup. La baleine morte s'enfonçait mais était ramenée à la surface par la corde, relevée par un treuil à vapeur. De l'air était alors pompé dans le corps de la baleine à l'aide d'un tuyau muni d'un tube pointu que l'on introduisait dans les cavités naturelles, pour le gonfler et le rendre flottant. Il était alors possible de le remorquer jusqu'au port où on le découpait et le traitait à loisir. Cette méthode de pêche à la baleine est la base de l'industrie baleinière moderne, et c'est celle que l'on emploie sur une grande échelle encore à présent. Les méthodes de pêche de Foyn étaient employées en conjonction avec des stations côtières — usines situées sur les rives d'une baie abritée — où les baleines étaient amenées et où l'on extrayait mécaniquement tous les produits.

L'exploitation des ressources négligées jusqu'alors et fournies par les Rorquals conduisit à l'établissement de stations pour l'industrie baleinière dans différentes parties du monde, et dont la direction et presque tout le personnel spécialisé étaient norvégiens; dans les régions tropicales les mêmes méthodes furent employées pour la pêche au cachalot. Cette industrie prospère s'établit solidement, toutefois on constata après quelques années une diminution du nombre des baleines dans certaines régions.

L'attention se tourna, à la fin du XIXème siècle, vers l'exploration de la région antarctique, la dernière inexplorée du monde. En 1902–3 le navire de l'expédition suédoise du Pôle Sud, l'*Antarctic* était commandé par un vétéran de la pêche à la baleine, le capitaine C. A. Larsen, qui remarqua l'abondance de ces animaux dans les régions antarctiques et combien de nombreuses îles de cette région se prêteraient à l'établissement de stations baleinières. Après son sauvetage et son retour (le bateau fut perdu) il trouva en Amérique du Sud l'aide financière nécessaire à l'organisation, sur des bases modernes,

FIGURE 1 – *Vue de la face ventrale d'un cachalot sur la rampe de dépeçage, montrant les bâtiments de l'usine dans le fond.*

(Reproduit avec l'autorisation du Discovery Committee.)

FIGURE 2 – *Vue générale d'une baleine bleue, face dorsale au-dessus.*

(Reproduit avec l'autorisation du Discovery Committee.)

FIGURE 3 – *Un baléinoptère sur la rampe de dépeçage à Grytviken, en Géorgie du Sud.*

(Reproduit avec l'autorisation du Discovery Committee.)

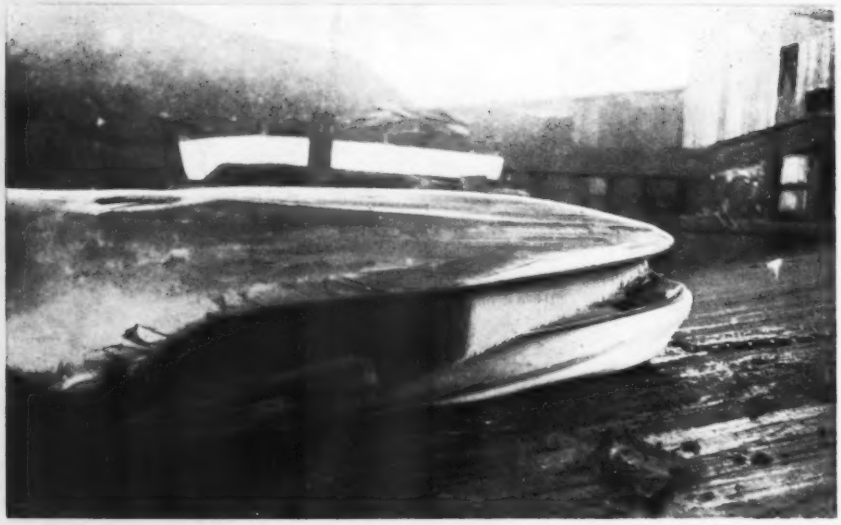


FIGURE 4 – *Tête et bouche d'un baléinoptère, montrant les fanons, un œil et l'évent.*

(Reproduit avec l'autorisation du Discovery Committee.)

FIGURE 5 – *Baleine affleurant à la surface. Photographie prise du* William Scoresby *au cours de la saison* 1934–5.

(Reproduit avec l'autorisation du Discovery Committee.)

FIGURE 6 – *Un bateau-usine, montrant une baleine bleue hissée de la cale sur le pont de dépeçage.*

(Reproduit avec l'autorisation du Discovery Committee.)

d'une expédition baleinière. En 1904 il établit la première station baleinière antarctique dans une baie abritée de l'Ile de Géorgie du Sud. Les baleines abondaient et l'entreprise fut un grand succès et paya des dividendes de 70% la première année, car l'invention des procédés d'hydrogénation permettant de transformer les huiles en graisses avaient décuplé la demande pour les huiles animales dans les industries de la margarine et du savon. Il se produisit alors une ruée vers le nouvel El Dorado, et en l'espace de quelques années plusieurs sociétés baleinières se montèrent sur cette île, ainsi que, au sud, dans les îles Orcades du Sud et Shetland du Sud. Le pays habité le plus voisin de ces îles est une colonie britannique, les îles Falkland.

En conséquence de la juridiction territoriale, le Gouvernement britannique put introduire des règlements relatifs à l'industrie baleinière afin de prévenir une exploitation excessive des baleines et empêcher ainsi la ruine d'une importante source mondiale de matières premières. Ces règlements prévoyaient, entre autres, la délivrance de permis pour exercer la pêche à la baleine et la location des terrains sur lesquels les stations seraient construites. Ils limitèrent le nombre des vapeurs de chasse, exigèrent l'utilisation totale des carcasses sans perte de matière, interdirent la destruction des baleineaux et de leur mère et instituèrent une époque de fermeture de la saison de pêche. L'application de ces règlements ne présentait pas de difficulté, parce que l'industrie baleinière avait pour base des stations côtières ou des usines flottantes — larges vaisseaux munis des machines nécessaires pour traiter les morceaux de carcasses découpés dans l'eau, le long du navire — et toutes deux avaient besoin de l'abri de ports situés dans les eaux territoriales. Les revenus fournis par les licences, les baux de location et les taxes mises sur l'huile produite, constituèrent un fonds utilisé pour soutenir l'industrie. Peu à peu ce fonds devint très considérable et fut utilisé pour les buts désirés.

Peu après les débuts de l'industrie baleinière dans le sud, le Gouvernement britannique et ses conseillers virent le danger de laisser se reproduire les erreurs commises dans le passé en d'autres parties du monde — comme dans l'Arctique, par exemple, où la pêche trop pressée avait mené à la ruine une industrie prospère. Un Comité Interdépartemental de Recherches et de Développement dans les Dépendances des Iles Falkland rapporta en 1920 que pour établir une réglementation rationnelle de l'industrie baleinière, il était nécessaire de connaître à fond la vie et les mœurs des baleines, et tout ce que ceci implique, et conseillait que des recherches scientifiques soient entreprises sans délai. Une expédition scientifique fut organisée et partit en 1925 dans le vieux navire du Capitaine Scott, le *Discovery*, et depuis cette date jusqu'à nos jours les recherches scientifiques se poursuivent dans toutes les parties de la région antarctique par les soins du « Discovery Investigations Committee » de ce navire d'abord, puis de son successeur le *Discovery II*, magnifiquement équipé, ainsi que de sa conserve, le *William Scoresby*, légèrement plus petit. Les résultats obtenus ont le plus grand intérêt, tant pour la science que pour la pêche à la baleine.

Avant les recherches du *Discovery*, on avait pensé que les baleines grandissaient lentement et arrivaient à un âge considérable avant d'atteindre leur taille définitive. Au nombre des premiers faits mis en lumière on eût la surprise de constater qu'elles atteignaient leur maturité très rapidement et leur taille définitive relativement jeunes. Parmi les milliers de baleines examinées par l'expédition, on n'en trouva qu'une seule dont l'âge fut estimé à une trentaine d'années, et la grande majorité ne dépassait pas cinq à six ans. La baleine bleue est la variété la plus grande: elle peut atteindre une taille de 30 m et mesure environ 7,50 m à sa naissance. Elle grandit rapidement, atteignant une taille supérieure à 20 m et étant apte à la reproduction en deux ans. La période de gestation est d'environ douze mois; elle nourrit son petit environ six mois, et il s'écoule une période d'environ six mois encore avant que la baleine ne soit à nouveau fécondée. La baleine bleue femelle met donc au monde un baleineau tous les deux ans. La majorité des baleineaux naissent vers le milieu de l'hiver austral, mais ils ne sont pas dans les eaux froides des mers antarctiques, car les baleines émigrent régulièrement et vont vers le nord, dans les eaux plus chaudes, pendant l'hiver, et les petits ont généralement plusieurs mois lorsqu'ils retournent avec leur mère vers le sud. La baleine bleue et une espèce légèrement moins grand, le baléinoptère, qui atteint sa maturité sexuelle à une longueur d'environ 18 m et dont la vie est très similaire à celle de la première, constituent la majeure partie du gibier antarctique; il existe une troisième variété, plus petite, la baleine à bosse, moins importante du point de vue économique.

La migration vers le sud pendant le printemps antarctique est uniquement une migration alimentaire. Le plancton du sud est très riche et

est caractérisé par la présence de quantités considérables d'un crustacé ressemblant beaucoup à une grosse crevette — le « Krill » ou *Euphausia superba* — qui constitue presque uniquement la nourriture non seulement de la baleine, mais encore de nombreux phoques, pingouins et autres membres de la faune. Les baleines engraissent vite à ce régime, et leur lard est nettement plus épais et plus riche en huile dès qu'elles atteignent le sud. La vie des Krill qui flottent irrésistiblement avec le courant, est compliquée. Les œufs sont pondus près du fond, en eau de 500 à 1,000 m de profondeur. Lorsque les larves éclosent, elles glissent dans le courant d'eau relativement chaude qui coule vers le sud, à une grande profondeur et surgit à la surface près de la limite des glaces du continent antarctique. Les Krill adolescents se rassemblent alors, puis flottent vers le nord dans le courant superficiel froid de l'Antarctique, et prennent probablement plusieurs années pour devenir adulte.

Aux environs de 1935 les renseignements recueillis sur les baleines, leur mode de nourriture, leur migration et les facteurs hydrologiques et météorologiques réglant leur distribution étaient si nombreux qu'il était évident que l'industrie baleinière pouvait avantageusement se baser sur ces connaissances relativement précises. Mais à ce moment intervint un nouveau facteur rendant toute réglementation impossible: l'apparition d'une industrie baleinière pélagique. Entre 1925 et 1930, lorsque les nouvelles entreprises baleinières ne pouvaient obtenir de permis, elles prirent une mesure révolutionnaire et organisèrent des usines flottantes, opérant entièrement en haute mer et complètement indépendantes d'installations portuaires. Les nombreuses difficultés qu'offraient ces entreprises furent vaincues, et les avantages de leur indépendance vis-à-vis des règlements, permis et taxes, ainsi que de leur faculté de naviguer où les baleines abondaient, devinrent évidents. Ces premiers succès encouragèrent encore une fois les imitateurs; il s'ensuivit une surproduction d'huile telle que pendant un an on ne put envoyer d'expéditions vers le sud, jusqu'à ce que le marché ait absorbé le surplus.

Le seul remède à cette situation était un accord international. Une conférence des pays intéressés se réunit à Londres et formula des règlements pour cette industrie. La quantité d'huile à fournir est fixée chaque année avant que les expéditions ne mettent cap vers le sud, et l'on décide également de la durée de la saison et des lieux de pêche. La pêche est ainsi limitée aux régions où les baleines sont en meilleur état et est interdite dans celles où leur exploitation serait nuisible. On espérait de cette façon maintenir une réserve de baleines telle que les besoins annuels puissent être satisfaits sans danger, bien qu'une inquiétante proportion de jeunes baleines continuât à figurer dans la pêche des expéditions. Toutes les nations intéressées dans cette industrie acceptèrent les règlements sauf le Japon; les Allemands signèrent l'accord mais ne le respectèrent pas.

La baleinière pélagique moderne est un grand navire d'environ 20.000 tonnes ou plus, muni d'une rampe pour hisser les baleines mortes hors de l'eau et les amener sur le pont de dépeçage, où elles sont démembrées et les produits extraits à l'aide de machines compliquées. Elle comprend un équipage de plusieurs centaines d'hommes et est entièrement indépendante, ayant à bord suffisamment de combustible pour l'usine et ses bateaux de pêche, ainsi que pour la navigation et la distillation des quantités d'eau douce nécessaires. La cargaison de retour comprend principalement de l'huile, utilisée dans les industries du savon et de la margarine; la chair et les os sont également employés, après extraction de l'huile, pour la fabrication de matières alimentaires pour les animaux, de guano et de farine d'os. Pendant les dix années qui précédèrent la dernière guerre la capture annuelle variait entre 24.000 et 44.000 baleines, produisant environ 400.000 à 540.000 tonnes d'huile, et plus.

Au cours de la première saison durant la guerre, la flottille baleinière était dans l'Antarctique, mais au cours de leur voyage de retour quelques-uns des bâtiments furent coulés et d'autres capturés par les Allemands, qui parvinrent à en ramener au moins un parfaitement intact à Bordeaux. La plupart des navires restants furent employés après cela pour le transport de combustibles liquides, et plusieurs furent perdus dans ce service. Actuellement une flottille réduite est de nouveau à l'œuvre; quelques-uns des bâtiments sont neufs et magnifiques, construits spécialement pour cet usage. On attend avec intérêt le résultat de leur pêche, non seulement à cause de la pénurie universelle de matières grasses et autres produits de l'industrie baleinière, mais aussi pour leur importance du point de vue biologique. Les baleines ont profité d'une saison de fermeture qui a duré quatre à cinq ans, et le résultat de cet état de choses sur le nombre et la taille des individus formera un ensemble de renseignements d'une grande valeur scientifique et très importante également pour l'industrie baleinière.

Revue des livres

LES MOISISSURES ET L'INDUSTRIE

An Introduction to Industrial Mycology, *par George Smith. Pp. xiv* + 271. *Edward Arnold & Company, Londres. Troisième édition*, 1946. 20*s. net.*

Le succès de la pénicilline et d'autres substances semblables, l'importance croissante des procédés industriels basés sur les fermentations et les problèmes de préservation contre les organismes microscopiques ont conduit beaucoup de personnes à entreprendre sans connaissances biologiques préalables la culture des champignons microscopiques et l'étude de leur métabolisme. Ces chercheurs, qui sont surtout des chimistes, ont besoin d'un traité de mycologie essentiellement pratique, et intelligible aussi pour le non botaniste. Publié pour la première fois en 1938 et maintenant dans sa troisième édition, le livre de M. Smith répond admirablement à ce besoin; il est clair, il anticipe adroitement ces questions que le débutant pose toujours; il est illustré de plus de 150 microphotographies d'un mérite exceptionnel. La première partie est consacrée à la description et à l'illustration des principaux genres, et surtout de ceux ayant une grande importance pratique: le reste du livre se rapport surtout aux méthodes de laboratoire et à l'importance industrielle des champignons microscopiques. Outre de nombreuses références dans le texte, le livre contient un guide utile pour les ouvrages classiques et les revues consacrées à la mycologie.

LES PAPILLONS DE GRANDE-BRETAGNE

Butterflies, *par E. B. Ford. Pp. xix* + 368, *avec* 48 *planches en couleurs et* 24 *planches en noir. Wm. Collins Limited, Londres.* 1945. 16*s. net.*

Ce livre suggestif et instructif n'est pas écrit seulement pour le collectionneur de raretés ou de variantes, mais aussi pour l'étudiant sérieux qu'il aidera — même dans un sujet aussi rebattu que celui des papillons de Grande-Bretagne — à découvrir des faits nouveaux intéressants et susceptibles d'accroître nos connaissances sur la formation des espèces. Admettant les descriptions usuelles, le Dr Ford prend la biologie de ces insectes comme base de discussion pour certains sujets fondamentaux: trois des quatorze chapitres sont une introduction à la génétique théorique (un sujet où l'auteur est une autorité): ils sont utiles en montrant dans quelle direction d'importants résultats peuvent être obtenus. L'attention est attirée sur la question des variations et le naturaliste sera tout spécialement intéressé par le chapitre sur l'évolution qui montre de façon saisissante le mécanisme de la sélection naturelle. L'origine de la faune des papillons britannique est discutée dans le dernier chapitre. Outre une série véritablement unique de photos en couleurs pour chaque espèce dans son habitat naturel, série utilisée pour la démonstration des points qui aident à la classification, le livre contient de nombreuses autres planches en couleurs et en noir, ainsi que des cartes montrant la distribution géographique exacte de trente-deux espèces.

G. D. HALE CARPENTER

RÉCEPTEURS RADIOPHONIQUES

Radio Receiver Design, Part II, *par K. R. Sturley. Pp. xv* + 486. *Chapman & Hall Limited, Londres.* 1945. 28*s. net.*

La première partie de ce livre a fait l'objet il y a trois ans d'un compte-rendu dans cette revue (**2**, 8, p. 126, 1943). Dans cette seconde partie, l'auteur continue l'étude détaillée des appareils récepteurs après le stade de détection, y compris le contrôle automatique de fréquence ainsi que les caractéristiques générales des stades d'amplification.

La réception des ondes à fréquence modulée fait l'objet d'une section séparée où sont décrits un grand nombre de circuits. Dans une autre partie, l'auteur étudie la réception des ondes de télévision depuis l'antenne jusqu'à l'écran en traitant soigneusement tous les problèmes spéciaux.

Bien que le texte contienne l'appareil mathématique voulu et de nombreux calculs, ceux-ci ne rendent pas moins clair l'exposé des principes physiques de base. Ce livre excellent complète effectivement la première partie. Une bibliographie étendue complète chaque section.

S. JEFFERSON

CYTOLOGIE NUCLÉAIRE ET HÉRÉDITÉ

Animal Cytology and Evolution, *par M. J. D. White. Pp. viii* + 375. *University Press, Cambridge.* 1945. 36*s. net.*

Le livre du Dr White ne traite pas de tous les aspects de la cytologie animale, mais exclusivement de ceux qui influent étroitement sur le cours de l'évolution, constitution du noyau et particulièrement organisation des chromosomes. D'énormes progrès ont été réalisés depuis la parution du dernier traité général consacré à ce sujet, l'ouvrage de E. B. Wilson intitulé *The Cell in Development and Heredity*. Beaucoup de ces progrès ont certes été décrits par Darlington dans son livre *Recent Advances in Cytology*, mais ce dernier commence à dater; il contenait d'ailleurs aussi bien des données sur le règne végétal que sur le règne animal et était consacré au moins autant à la défense des théories particulières de l'auteur qu'à un résumé des connaissances à l'époque. Le livre de White comble une lacune et restera pour de nombreuses années un livre de référence important.

Le Dr White ne cherche pas à démontrer une théorie générale personelle et son livre peut de ce fait paraître un peu fragmentaire au lecteur non spécialiste. Son grand mérite est de faire une revue complète de la question et de rassembler sous une forme commode de nombreuses données sur les phénomènes très particuliers qui caractérisent certains groupes. Ces exemples permettent au Dr White de déceler les points faibles de certaines théories courantes: cette revue est donc bien plus qu'un simple catalogue et ses commentaires contiennent des suggestions et des critiques de grande valeur.

C. H. WADDINGTON

ANALYSE CRISTALLOGRAPHIQUE

Chemical Crystallography, *par C. W. Bunn. Pp. xii* + 422. *Clarendon Press, Oxford.* 1945. 25*s. net.*

Dans ces dernières années, on a reconnu que les méthodes cristallographiques apportaient une aide précieuse dans de nombreuses recherches de chimie; leur usage ne s'est cependant pas généralisé en raison du manque de connaissances sur les techniques spéciales et les bases théoriques qui en gouvernent l'usage.

M. Bunn cherche à combler cette lacune; son livre clair, et qui sera le bienvenu, initie le lecteur aux idées maîtresses et aux méthodes de la cristallographie appliquée aux problèmes du chimiste. Le livre couvre un vaste domaine, depuis la morphologie des cristaux, leurs indices de réfraction—

aide précieuse pour l'identification des espèces chimiques dans la routine journalière — jusqu'à l'analyse détaillée aux rayons-X des substances organiques compliquées par les séries de Fourier. On y trouve des chapitres sur les méthodes d'analyse aux rayons-X des substances pulvérisées, la mesure des dimensions des cellules unitaires, la détermination de la position des atomes, tout ceci illustré par d'excellents exemples; le livre décrit aussi un des plus récents progrès techniques, l'usage de la diffraction optique pour l'analyse de la structure, et discute les déviations de structure et de texture cristallines responsables de l'élargissement des réflections des rayons-X.

L'étendue du sujet fait que l'étude de chaque point ne peut être poussée à fond; mais au lecteur sérieusement intéressé, les nombreuses références seront un excellent guide et le livre de M. Bunn l'encouragera certainement à approfondir le sujet. Les figures sont nombreuses et bien faites.

D. CROWFOOT

LA MER, MILIEU BIOLOGIQUE

Recent Advances in the Chemistry and Biology of Sea Water, *par H. W. Harvey. Pp. viii + 164. University Press, Cambridge.* 1945. 10*s.* 6*d. net.*

En publiant en 1928 son livre *Biological Chemistry and Physics of Sea Water*, le Dr Harvey rendait un grand service à tous ceux qu'intéresse la question de l'eau de mer considérée comme un milieu biologique. Il a résumé dans son nouveau livre, court mais de grande valeur, les progrès faits dans cette spécialité depuis cette date. Pendant cette courte période, dont il faut encore déduire les années de guerre, les progrès ont été importants malgré un nombre de chercheurs très réduit tant en Grande-Bretagne qu'en Europe et seulement un peu plus grand aux Etats-Unis. Il est intéressant de noter que l'initiative pour bon nombre de travaux est due au Laboratoire de Plymouth de la « Marine Biological Association » où travaillent le Dr Harvey lui-même, le Dr W. R. G. Atkins et le Dr L. H. N. Cooper. L'auteur possède à fond son sujet; son livre, très condensé, est essentiellement un ouvrage de références. Mais dans le dernier, et long, chapitre, le lecteur trouvera la meilleure étude actuelle sur les facteurs qui gouvernent la fertilité de la mer, vaste sujet qui, partant des recherches fondamentales du chimiste et du physicien, mène tout droit aux questions pratiques de quantités de poissons disponibles pour la consommation humaine.

C. M. YONGE

LA FLORE ET LA FAUNE DE LONDRES

London's Natural History, *par R. S. R. Fitter. Pp. xii + 282, avec 52 illustrations en couleurs. Wm. Collins Limited, Londres.* 1945. 16*s. net.*

M. Fitter a écrit un livre agréable et plein de renseignements curieux; un cercle de trente-deux kilomètres de rayon avec St. Paul's comme centre délimite la région étudiée, vaste champ pour un auteur qu'intéressent tous les aspects de l'histoire naturelle: le fait qu'elle soit bâtie rend encore si possible le sujet plus vaste, l'auteur y comprenant les animaux et plantes introduits par l'homme. L'auteur doit de ce fait négliger de nombreux points: la question des poissons n'est qu'esquissée, et il ne mentionne pas le spectacle, pourtant curieux, des mouettes pêchant dans les réservoirs proches de Molesey de petits poissons qu'elles laissent ensuite retomber indemnes sur les sentiers d'alentour.

Le classement adopté est le classement par périodes, les six premiers chapitres allant de la période antérieure à la conquête romaine jusqu'au milieu du XIXème siècle. Vient ensuite la période moderne, où l'auteur traite des sujets tels que la faune intérieure des maisons (poux, rats), les zones entièrement bâties (avec de plaisantes digressions telle que la colonisation par le gorge noire, dit aussi rossignol des murailles) et l'influence du commerce, de la circulation, de l'adduction d'eau, des ordures ménagères, de l'agriculture, du sport, et enfin de la guerre, un résultat de cette dernière étant l'abondante végétation qui croît sur les décombres des maisons bombardées.

Ce livre est en somme agréable et utile; l'auteur, avant tout un ornithologiste, y montre une parfaite compréhension de l'histoire naturelle en général. Les photos en couleurs ne sont pas entièrement satisfaisantes, les couleurs n'étant pas toujours naturelles, et les illustrations en noir leur sont très souvent préférables.

A. WILLIAMS

INSTRUMENTS MODERNES DE NAVIGATION

The Gyroscope and its Applications, *publié par Martin Davidson. Pp. 256. Hutchinson's Scientific and Technical Publications, Londres.* 1946. 21*s.*

Le public en général sait que le gyroscope est l'élément de base d'un compas que n'affecte pas la proximité de substances magnétiques et qu'il est utilisé pour stabiliser les bateaux et les avions. Le Dr Davidson a eu l'excellente idée de publier en collaboration avec d'autres spécialistes un livre dans lequel on en expose la théorie et la pratique. En décrivant des expériences, l'éditeur arrive à donner de la théorie du mouvement gyroscopique et de la précession un exposé aussi clair que possible sans recourir à la trigonométrie sphérique et à la dynamique théorique.

Les chapitres qui suivent sont de nature pratique: C. G. Saul y décrit les instruments marins — compas, pilote gyroscopique, stabilisateurs — et J. A. Wells et A. P. Glenny les instruments aéronautiques — indicateurs de direction, de virage, de mouvement vertical, appareils de pilotage automatique. Dans ces deux parties on trouve des photographies et des dessins des instruments; les auteurs semblent n'avoir négligé aucune des applications pratiques et ce livre devrait être compris et apprécié de tout lecteur qui aime la mécanique.

J. H. AWBERRY

LA CELLULOSE

An Introduction to the Chemistry of Cellulose, *par J. T. Marsh et F. C. Wood. Pp. xi + 525, avec 145 figures dont 23 planches. Chapman & Hall Limited, Londres. Troisième édition.* 1945. 32*s. net.*

L'importance industrielle de la chimie de la cellulose et la dispersion de l'importante littérature qui la concerne rendent essentiel pour le chercheur et l'industriel un manuel complet et bien documenté. Depuis la parution de ce livre en 1938, de nombreux progrès ont été faits dans ce domaine, et, dans les éditions successives, les auteurs ont incorporé beaucoup de renseignements nouveaux, sans cependant modifier sérieusement leur format.

Comme dans les éditions précédentes, les auteurs montrent une connaissance approfondie de ce sujet si complexe et, qui plus est, savent l'exprimer de façon claire. Au texte s'ajoutent des références très complètes à la littérature originale et d'abondantes illustrations, planches et diagrammes. Le résultat constitue un résumé de nos connaissances actuelles, très précieux, aussi bien pour les spécialistes que pour ceux qui s'intéressent à cet important sujet.